MANUAL DE LABORATORIO DE ELECTRONICA III

320

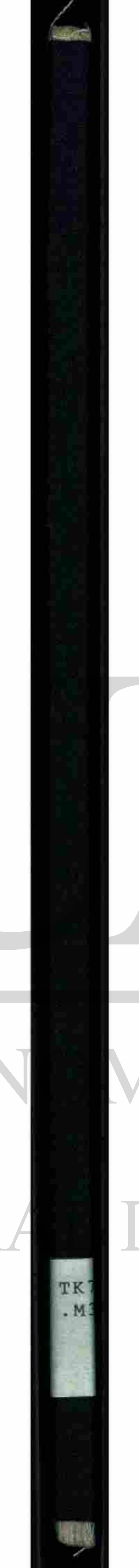
LABORATORIO DE ELECTRONICA

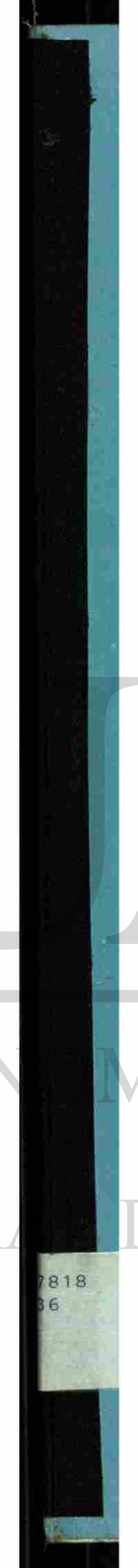


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
COORDINACION DE ELECTRONICA Y CONTROL
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

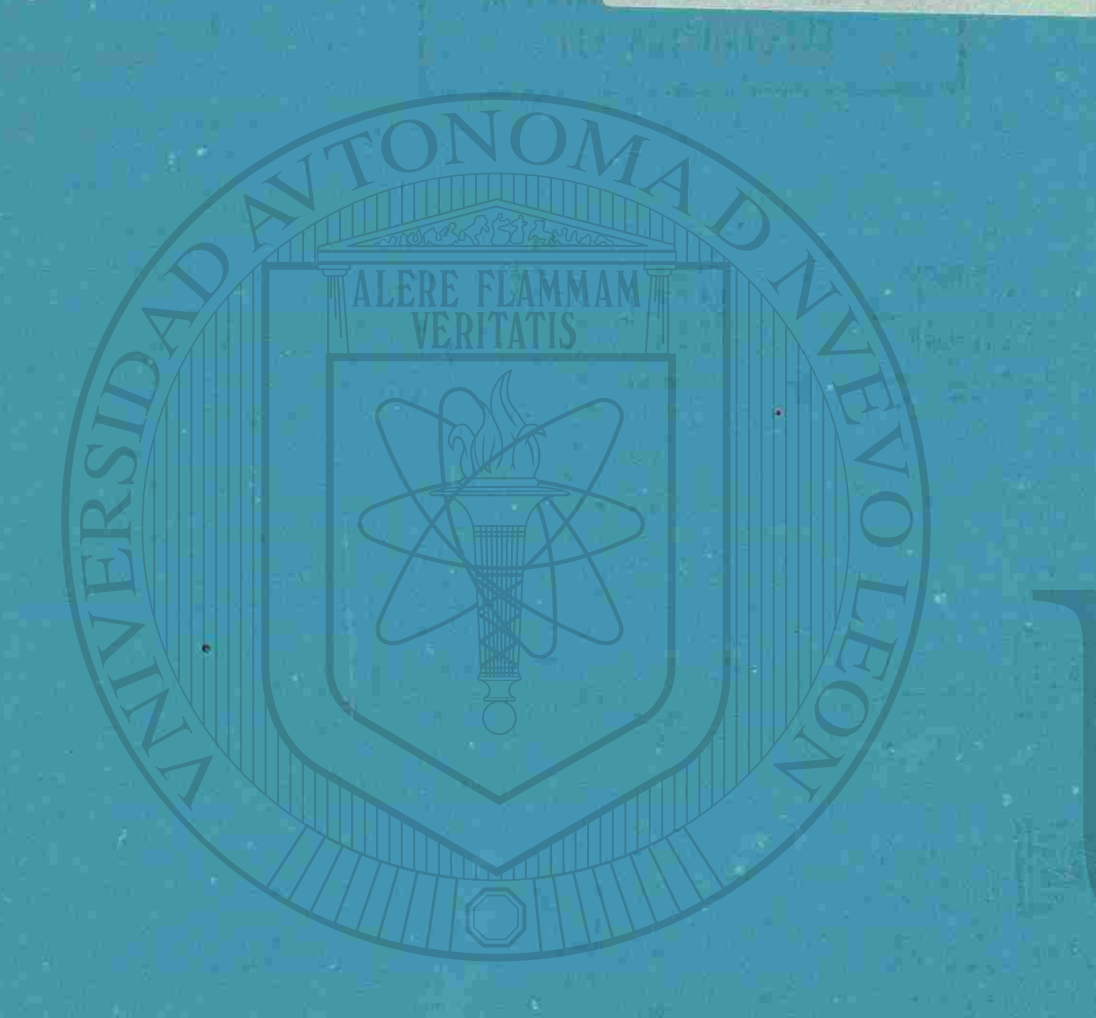
LABORATORIO DE ELECTRONICA III

AGO'85


TK7
.M3


7818
36





I N D I C E

Práctica		pág.
1	La instrumentación y los procedimientos de medición	2
2	Impedancia de entrada y salida con respecto a la frecuencia	29
3	Respuesta a las bajas frecuencias de los amplificadores con BJT	39
4	Respuesta a las bajas frecuencias de los amplificadores con FET'S	52
5	El transistor como interruptor	56
6	Respuesta a las altas frecuencias de los amplificadores con BJT	62
7	Respuesta a las altas frecuencias de los amplificadores con FET'S	74
8	Respuesta de los amplificadores sintonizados a los cambios de frecuencia	76
9	Amplificadores retroalimentados	98
10	Circuitos osciladores	105



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPTO. DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 1

"LA INSTRUMENTACION Y LOS PROCEDIMIENTOS DE MEDICION PARA REALIZAR LAS PRACTICAS DEL LABORATORIO DE ELECTRONICA III".

OBJETIVOS:

a) El alumno conocerá y manejará el equipo de medición necesario para la realización de las prácticas del laboratorio de Electrónica III.

b) El alumno reafirmará los diversos procedimientos de medición que se pueden realizar con un osciloscopio.

EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO PARA LA PRACTICA:

a) Un generador de señales
b) Un osciloscopio de doble canal
c) Una fuente de poder regulada de D.C.
d) Un circuito amplificador de una sola etapa.

LA INSTRUMENTACION Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICION.

A continuación se proporciona la información necesaria sobre el equipo de medición que se utilizará en el presente laboratorio.

La información sobre cada instrumento de medición estará descrita de acuerdo al siguiente orden:

a) Información general
b) Descripción de controles

c) Instrucciones de operación
d) Los procedimientos de medición más usuales

Osciloscopio marca Hewlett-Packard modelo 1220A de doble canal.

a) Información General.

El osciloscopio H-P 1220 A es un osciloscopio para propósitos generales diseñado para trabajos de campo. Proporciona medidas exactas de señales con una capacidad de deflexión vertical de 2 mv/div.

Contiene preamplificadores verticales duales para la operación de sus dos canales. Cada canal ofrece una selección de acoplamiento de entrada de corriente alterna ó corriente directa. Con la característica del doble trazo. La información puede ser obtenida en cualquier canal A ó B ó en ambos.

El desplegado simultáneo de dos señales puede ser posible en cualquiera de los dos modos de desplegado: tiempo compartido ó alternado (chopped mode y alternated mode) esto es dependiendo de la posición del control time/div. En las posiciones de más lenta velocidad de barrido el control de tiempo/div. selecciona automáticamente el modo de tiempo compartido mientras que en las más altas velocidades de barrido se selecciona el modo alternado.

Las doce posiciones del switch calibrado de cada preamplificador vertical proporcionan un factor de deflexión con un rango desde 2mv/div. hasta 10v/div. en la secuencia 1,2,5,. Los verniers verticales permiten un ajuste continuo entre las etapas calibradas y ampliando el últi

mo factor de deflexión de 10v/div hasta 05v/div.

Las señales de entrada a los preamplificadores verticales pueden ser desplegadas en la pantalla ya sea disparadas por un generador interno o por otra señal externa. En nivel de la señal de disparo así como su pendiente también son seleccionables.

El control de tiempo/div. de la velocidad de barrido del amplificador horizontal tiene posiciones desde 0.1 s/div. hasta 0.5 s/div en la secuencia 1,2,5. El control de expansión permite ajustes continuos entre cada posición y expande el barrido arriba de 10 veces. La máxima velocidad de barrido utilizable con el expansor de tiempo es paroximadamente 20ns.

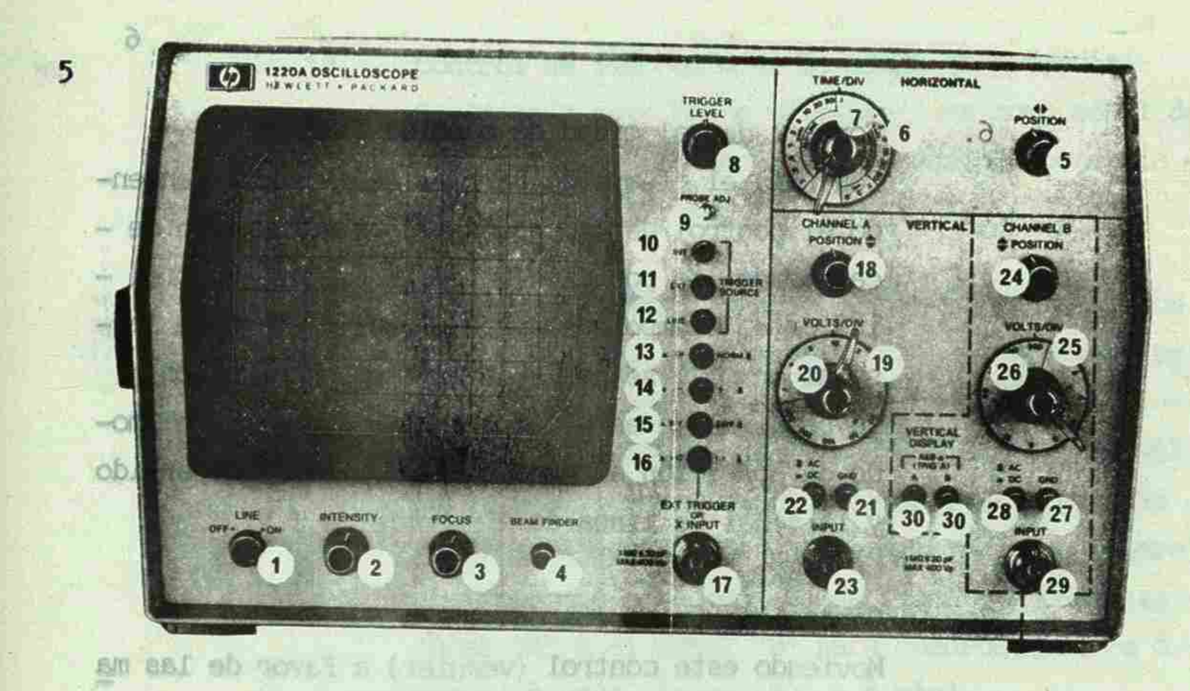
Encontrará una línea de referencia brillante siempre cuando no exista una señal en la entrada de los preamplificadores verticales. Una señal de 10Hz ó mayor hará que deje de funcionar este control automático.

b) Descripción de los Controles.

La descripción de controles está ordenada de acuerdo a la figura No.

1. Switch de encendido marcado "LINE" un diodo emisor de luz se enciende cuando existe energía en el aparato.

2. Control de intensidad. Este controla la brillantez de la señal en la pantalla (se recomienda tenerlo en el mínimo para ver la señal).



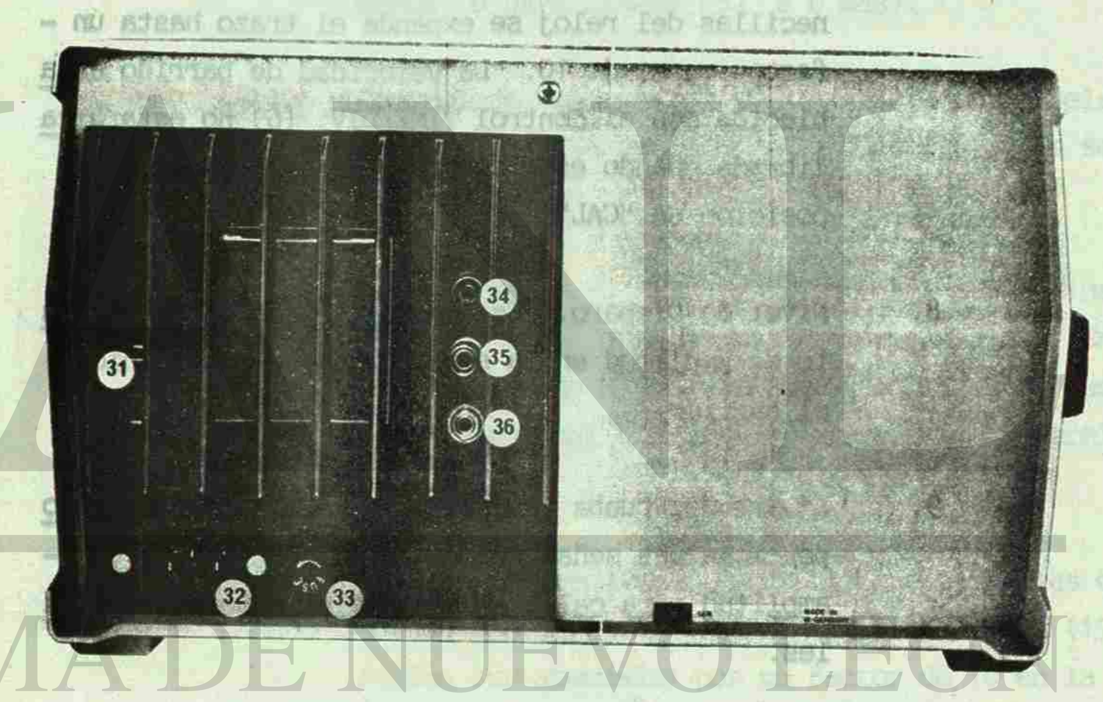


Figura No.1 Descripción de Controles

3. Control de Foco. Controla la nitidez de la señal en la pantalla.

4. (BEAM FINDER). Este control condensa la señal en la pantalla (area visible del tubo de rayos catódicos) sin importar la posición de los demás botones.

5. Control de posición horizontal. Controla la posición horizontal de la señal en la pantalla.

6. Control de velocidad de barrido TIME/ON.
Controla el tiempo de barrido de la señal teniendo el control de expansión (7) en suposición de calibrado, la posición del dial de este control indica el tiempo que toma cualquier punto de la señal en moverse horizontalmente una división. La posición de este control también indica el modo de operación alternado ó por tiempo compartido y la señal de línea de sincronía de T.V.

7. Control de expansión de tiempo.
Moviendo este control (vernier) a favor de las manecillas del reloj se expande el trazo hasta un factor mayor de 10. La velocidad de barrido establecida con el control TIME/DIV. (6) no estará calibrada cuando este control (7) esté fuera de la posición de "CAL".

8. Nivel de Disparo. Este control selecciona el punto de amplitud en la señal de disparo que inicia el barrido.

9. Ajuste de Prueba (PROBE ADJ.). Esta terminal proporciona una señal cuadrada de 2 KHz y 0.5V de amplitud para calibrar los amplificadores verticales.

10. Control de Sincronía Interna (INT). Oprimiendo este botón se selecciona la señal de sincronía del generador interno para disparar el barrido.

11. Control de Sincronía Externa (EXT). Oprimiendo este botón se selecciona la señal de sincronía externa que entra por la terminal (EXT TRIGGER) (12/38).

12. Control de Sincronìa de la Lìnea de Potencia.
Oprimiendo este botòn se selecciona como señal de sincronìa la frecuencia de la señal de potencia que energiza el aparato.

13. Control TV/NORMAL. Este control en su posiciòn de normal mantiene inhabilitado el circuito separador de sincronía de T.V. interno y el osciloscopio trabaja en su modo normal. Cuando está en la posición de TV, el separador de sincronía de TV está habilitado y el osciloscopio adquiere la sincronía para señales de video aplicadas al canal "A" ó al canal "B" para cuadros (100 s ó menos) ó para líneas (50 s ó más).

14. Control de Polaridad +/- . Este botón selecciona la pendiente positiva ó negativa de la señal de disparo para iniciar el barrido.

15. Control X-Y/SWP. En su posición de SWP el instrumento opera como un osciloscopio normal. En la posición de X-Y la deflexión en el eje X resulta proporcional a la señal aplicada en la terminal X- INPUT (17).

16. Control de Atenuación 1:10/1:1. Las señales que entran por terminal EXT TRIGGER ó X-INPUT (17) pueden ser atenuadas por un factor de 10 en la posición de 1:10.

17. Terminal EXT TRIGGER ó X-INPUT (17). Para graficar en la pantalla en X y Y se aplica por esta terminal (X-INPUT) la señal X que deflexiona el As horizontalmente, utilice un conector BNC para la señal X. En el modo normal del botón "15", y con

el botón EXT (11) oprimido se aplica por esta terminal (BNC) la señal externa de disparo.

18. Control de Posición del Canal A. Este potencióme tro controla la posición vertical de la señal en el canal A.

19. Control de Sensibilidad volts/div. Canal A. Este control selecciona el factor de deflexión — vertical del canal A para mediciones correctas - (exactas) es necesario colocar el vernier en su - posición del "CAL". La posición del dial indica la amplitud de voltaje requerida para tener una - deflexión vertical de una división de amplitud.

20. Vernier del Control de Sensibilidad Canal A. Este control proporciona un ajuste continuo de la sensibilidad (volts/div) entre las posiciones calibradas del control volts/div (19).

21. Control de Tierra para el Canal "A". En la posición de GND, este control desconecta la señal de entrada aplicada en la terminal 23 del canal "A" y aterriza la entrada del preamplificador vertical del mismo canal.

22. Control de Acoplamiento AC/DC del Canal "A". Con este control se selecciona el acoplamiento de entrada al preamplificador vertical del canal A - por medio de un capacitor para señales de AC ó directamente para señales de AC.

23. Terminal de entrada del Canal "A". Entrada al - preamplificador vertical del canal A por medio de un colector BNC.

24 al 29. Controles del canal "B". Estos controles - cumplen las mismas funciones que en el canal "A", observe los controles del 18 al 23.

30. Controles de Desplegado de Información Vertical. Con estos controles se selecciona el canal "A" ó el "B" ó ambos para ser desplegados en el tubo de rayos catódigos. Cuando aparecen los dos canales en la pantalla la señal de disparo de sincronía - está referida a la señal aplicada al canal "A".

31. Control de Selección de Energía Primaria. Con — este control se selecciona el nivel de voltaje — disponible en la red de alimentación que puede — ser 100,120, ó 240 V.A.C.

32. Terminales de entrada de A.C. En esta terminal se conecta la energía de alimentación de acuerdo al nivel seleccionado en el selector 31.

33. Portafusible.

34. Entrada para el EJE Z. Contiene un receptáculo tipo banana para la modulación de la intensidad del HAZ (EJE Z). Aplicando una señal de + 5 volt de A.C. en esta terminal borrará el trazo del HAZ para cualquier intensidad. El nivel máximo - de entrada es de 7 volts RMS.

35. Conector de Tierra del Chasis.

c) Intrucciones de Operación.

Antes de conectar la alimentación de la CA al osciloscopio 1220A asegúrese que los interruptores de selección -

de energía primaria en el panel trasero esten colocados para corresponder al voltaje de la linea de alimentación disponible. Si el instrumento va a ser operado en una — línea de alimentación de 220 ó 240 volts AC. reemplace - el fusible por uno de 0.3 amps. de acción retardada — (SLOW-BLOW). Este instrumento normalmente sale de la fá brica para operar con 120 V.A.C. y con un fusible de — 0.6 amps. de acción retardada.

Nota: En los párrafos siguientes todos los números de - los controles (entre paréntesis) se refieren a la figura No.

C.1. Procedimiento inicial de operación.

Prepare el osciloscopio 1220A para su operación siguien- do los siguientes pasos.

Paso 1

Coloque el control de intensidad (2) totalmente en con— tra de las manecillas del reloj.

Paso 2

Oprima el botón de display vertical en el canal A (30).

Paso 3

Coloque el vernier (ajuste fino) (20) para el canal A to talmente a favor de las manecillas del reloj hasta la po sición de calibrado.

Paso 4

Oprima el botón de acoplamiento de entrada del canal A - marcado GND(21).

Paso 5

Coloque el control de posición del canal A (vertical) de tal manera que el barrido quede en el centro de la panta lla (escala) (18).

Paso 6

Coloque el control de posición horizontal (5) de tal for ma que tenga el barrido horizontal centrado.

Paso 7

Coloque el control de barrido TIME/DIV (6) en 1 m seg.

Paso 8

Coloque el control de expansión del barrido (7) totalmen te en contra de las manecillas del reloj en su posición de calibrado.

Paso 9

Oprima la fuente de sincronía (TRIGGER SOURCE)

Paso 10

Oprima el botón marcado "INT" en el selector de fuente - de sincronía (10).

Paso 11

Excepto en los controles indicados en los pasos de 1 al 10, asegúrese que todoa los demás botones no esten opri- midos.

PRECAUCION.

Un trazo ó barrido muy intenso (brillante) puede dañar -

la cubierta interior de fósforo del CTR. Para prevenir tales daños siempre ajuste la intensidad del haz lo más bajo posible.

Paso 12

Encienda el osciloscopio en el botón (1) y permita que tenga un período de calentamiento de 30 minutos.

Paso 13

Lentamente mueva el control de intensidad (2) a favor de las manecillas del reloj hasta que el trazo sea visible.

Paso 14

Oprima el botón de acoplamiento de entrada del canal A marcado $AC/_{DC}$ (22) en la posición AC.

Paso 15

Retire el acoplamiento de entrada del canal A de la posición "GND".

C.2. Procedimiento de Ajuste de Alineación del Trazo. (Haz de Barrido).

El ajuste para compensar la alineación del trazo se debe de hacer cuando el osciloscopio está expuesto a campos magnéticos fuertes y externos con los que puede resultar afectada la alineación del haz de electrones (trazo) con el eje central horizontal.

Cuando el osciloscopio es cambiado de lugar puede ocurrir esto, por lo tanto es necesario checar la alineación de

trazo y ajustarla si se requiere, de acuerdo a los siguientes pasos:

Paso 1

Lleve a cabo el "procedimiento inicial para operación" descrito anteriormente. (C.1.).

Paso 2

Usando el control de posición vertical del canal A (18) coloque el trazo (haz de electrones) sobre la línea central horizontal.

Paso 3

Utilizando una herramienta de ajuste no-metálica que pueda entrar en el orificio del gabinete localizado en el costado izquierdo, gire la resistencia A3R25 hasta que el trazo se alinie con el eje horizontal central.

C.3. Ajuste del Foco.

Para ajustar el control de enfoque en la cara frontal (3) para la mejor exposición, proceda como sigue:

Paso 1

Ejecute el párrafo C.1.

Paso 2

Poner el control de intensidad (2) completamente en contra de la manecilla del reloj.

Paso 3

Poner el interruptor X-Y/SWP en la posición X-Y .

Paso 4

De vuelta lentamente al control de intensidad (2) a favor de las manecillas del reloj hasta que el punto se haga visible en el CRT (CRT).

Paso 5

Usando los controles de intensidad (2) y enfoque (3), — ajuste la exposición hasta que el punto esté lo más pequeño nítido posible.

Paso 6

Colocar el control de intensidad (2) completamente en — contra de las manecillas del reloj.

Paso 7

Colocar el interruptor X-Y/SWP (15) a la posición SWP.

C.4. Aplicación de Señal.

Para aplicar una señal externa prosiga como se indica

Paso 1

Hacer el párrafo C.1.

Paso 2

Colocar el canal A volt/división (19) a 10 V/div.

Paso 3

Conectar una señal sinusoidal de 10V de amplitud, un KHz de frecuencia al conector de entrada del canal A (23)

Paso 4

Posicionar la disposición en el CRT, usando posición horizontal (5) y el posicionador del canal A (18)

Paso 5

Ajuste el control de nivel de disparo (8), si es necesario para estabilizar la información en la pantalla.

D. Los procedimientos de Medición más ususales.

Procedimiento No. 1

D.1. Mediciones de voltaje de pico a pico.

Para medir el voltaje de pico a pico de una señal de entrada proceda de la manera siguiente:

Paso 1

Hacer el párrafo C.1.

Paso 2

Conecte la señal que se va a medir la terminal BNC de la entrada del canal "A" (23).

Paso 3

Coloque el control de volts/div. (19) del canal "A" para que la señal en la pantalla ocupe por lo menos 3 divisiones en amplitud.

Paso 4

Coloque el control de TIME/DIV (6) hasta que la señal ocupe horizontalmente la pantalla 2 ó3 ciclos.

Paso 5

Ajuste el control de nivel de disparo (8) para que la señal se estabilice en la pantalla.

Paso 6

Utilizando el control de posición del canal "A" (18) - coloque la señal de tal manera que los picos negativos queden sobre la línea inferior horizontal de la escala de la pantalla.

Paso 7

Utilizando el control de posición horizontal (5) colo— que un pico positivo de la señal en la línea vertical - central de la pantalla.

Paso 8

Cuente el número de divisiones verticales que ocupa la señal desde el pico negativo hasta el pico positivo — (puede calcular fracciones de división (cuadros) hasta de un décimo con exactitud).

Paso 9

Multiplique el número de divisiones (cuadros) y sus fracciones tomadas en el paso anterior por la escala co locada en el dial del control de volt/div. del canal — "A" (19).

Nota: Si usted utiliza una punta de prueba aislada mul tiplique los resultados obtenidos por factor de atenuación.

Procedimiento No.2

D.2. Mediciones de voltaje de C.D.

Para determinar la componente de C.D. de una señal, pro- ceda de acuerdo a los siguientes pasos:

Paso 1

Repita el procedimiento inicial de operación C.1.

Paso 2

Conecte la señal que va a ser medida a la terminal de en trada al canal "A" (23) con un conector BNC.

Paso 3

Aterrice la entrada del canal "A" oprimiendo el interrup tor "GND" (21) y coloque la línea horizontal resultante sobre una línea de la escala de la pantalla utilizando - el control de posición vertical del canal "A" (18).

Nota: Tome como referencia para voltajes positivos de - C.D. ; colocar la línea de tierra debajo de la — línea horizontal central y para voltajes negati— vos de C.D. ; coloquela arriba de la línea hori— zontal central. Una vez que ha sido seleccionada la línea horizontal de referencia (tierra) no de- be de moverse el control de posición vertical del canal "A" (18).

Paso 4

Coloque el interruptor de acoplamiento AC/CD del canal - "A" (22) en la posición D.C.

Paso 5

Oprima de nuevo el interruptor de acoplamiento a tierra de la entrada del canal "A" (21), observará que el nivel de la línea horizontal se moverá hacia arriba ó hacia abajo según su polaridad.

Paso 6

Coloque el control de volts/div. del canal "A" (19) en una posición que la señal de D.C. que está midiendo se retire lo más posible en la pantalla de la línea de referencia de tierra (cero volts) que usted seleccionó en el paso No.3.

Paso 7

En el caso de que la señal que se va a medir no sea constante y no ocupe toda la pantalla horizontalmente. Utilice el control de posición horizontal (5) y mueva la señal de tal manera que el nivel que desea medir este sobre la línea vertical central.

Paso 8

Cuente el número de divisiones verticales que ocupa la señal entre la línea de referencia (cero volts) y el nivel de la señal que le interesa.

Paso 9

Multiplique el número de divisiones observadas en el paso anterior por la escala de la posición del control volt/div. del canal "A" (19).

Nota: Si la señal de entrada es aplicada a través de una punta de prueba multiplique los resultados obtenidos por su factor de atenuación.

Procedimiento No. 3

D.3. Medición de intervalos de tiempo.

Para medir el intervalo de tiempo entre dos eventos de intereses proceda de la siguiente manera:

Paso 1

Repita el procedimiento inicial de operación C.1.

Paso 2

Conecte la señal que va a medir a la terminal de entrada del canal "A" (23) con un conector B.N.C.

Paso 3

Coloque el control de volts/div. del canal "A" (19) en una posición de tal manera que la señal ocupe 6 divisiones de pico a pico ó en la posición en que los eventos que va a medir sean observables en las pantallas.

Paso 4

Coloque el control tiempo/div. (6) de tal manera que los dos eventos de interés aparescan lo suficientemente separados para ser medidos. (El control de expansión (7) debe de estar colocado en su posición de calibrado).

Paso 5

Si la señal no se estabiliza en la pantalla ajuste el control de nivel de disparo (8).

Paso 6

Utilizando el control de posición horizontal (5) mueva

la señal de tal manera que uno de los puntos -(eventos) de interés quede sobre una línea vertical (la más conveniente).

Paso 7

Utilizando el control de posición vertical del canal "A" (18) mueva la señal verticalmente de tal forma que el otro evento de interés cruce la línea horizontal central.

Paso 8

Cuente las divisiones que existen entre los dos puntos de interés a través de la línea horizontal central.

Paso 9

Multiplique el número de divisiones medidas en el paso anterior por la escala del control de tiempo/div. y obtendrá el tiempo entre los dos intervalos.

Procedimiento No. 4

D.4. Procedimiento para calcular la frecuencia aproximada de una señal.

Paso 1

Ejecutar el procedimiento No.5 considerando los -puntos de principio y final de un ciclo como los eventos de interés.

Paso 2

Calcule la frecuencia de la señal utilizando la -siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{\text{tiempo en segundos medido con el procedimiento No. 3.}}$$

Procedimiento No. 5

D.5. Procedimiento para la compensación de la frecuencia para la punta de prueba.

Paso 1

Realice el procedimiento C.1.

Paso 2

Conecte el cable de la punta de prueba con divisor al conector de entrada del canal "A" (23).

Paso 3

Conecte la punta de prueba a la terminal probe adj.(9).

Paso 4

Coloque el control de volts/div. (19) del canal de tal -manera que la señal ocupe verticalmente 2 ó 3 divisiones.

Paso 5

Coloque el control de tiempo/div (6) de tal manera que -la señal ocupe horizontalmente la pantalla con ciclos.

Paso 6

Ajuste la compensación en la punta de prueba para evitar distorsión de frecuencia en la señal cuadrada de acuerdo a la figura siguiente.

Sobrecompensado

Ajustado correctamente

Subcompensado

Figura No. 2

Patrones para la compensación de la junta de prueba

Procedimiento No. 6

D.6. Procedimiento para medir señales de T.V.

Este procedimiento sirve para observar una señal compuesta de T.V. ó la señal de sincronía únicamente.

Paso 1

Realice el procedimiento inicial de operación C.1.

Paso 2

Conecte la señal que va a ser medida a la terminal (BNC) de entrada del canal "A" (23).

Paso 3

Coloque el control de T.V./norm en la posición de T.V.

Paso 4

Coloque el control de volts/div. del canal "A" (12) en una posición que le proporcione una amplitud adecuada para observar la señal.

Paso 5

Coloque el control de tiempo/div. (6) para tener en la pantalla un ciclo de la señal completa. (Típicamente en un área del control marcada como "FRAME").

Paso 6

Si desea observar las líneas individuales de la señal (alta frecuencia) coloque el control de tiempo/div en una posición de la zona marcada como "LINE" (típicamente 2 s/div.). En esta posición el osciloscopio dispara sobre cada línea el pulso de sincronía.

Procedimiento No .7

D.7. Procedimiento para medir la diferencia de tiempo entre dos eventos que tienen un mismo origen (ejemplo: retardos de propagación "Propagation Delay").

Paso 1

Realice el procedimiento inicial de operación C.1. para ambos canales A y B.

Paso 2

Conecte una de las señales a la terminal de entrada del canal "A" (23).

Paso 3

Conecte la otra señal a la terminal de entrada del canal "B" (29).

Nota: Asegúrese que la señal de referencia esté conectada al canal "A" puesto que la señal de disparo de sincronía para los canales A y B se obtiene de este canal.

Paso 4

Coloque los controles de volts/div. de los canales A y B (19/25) de tal manera que obtenga la amplitud deseada para manejar las dos señales en la pantalla.

Paso 5

Coloque el control de TIME/DIV. de tal manera que los dos eventos de interés estén por lo menos separadas cuatro divisiones horizontales.

Paso 6

Si es necesario ajuste el control del nivel de disparo (8) para obtener estabilidad de las señales en la pantalla.

Nota: Si es posible obtener estabilidad en la señal dispare externamente el osciloscopio con una fuente de señales común.

Paso 7

Usando el control de posición horizontal (5) coloque la señal de tal manera que el evento de interès quede sobre una lìnea vertical (la màs conveniente).

Paso 8

Usando el control de posiciòn vertical adecuado (18 ò 24) coloque la señal que contiene el 2do. evento de interès en la lìnea horizontal central.

Paso 9

Cuente las divisiones entre los dos eventos de interès sobre la linea horizontal cnetral (como cada divisiòn tiene 5 subdivisiones puede hacer mediciones hasta de un décimo de división).

Paso 10

Multiplique el número de divisiones obtenidas por la escala de la posición del control de tiempo/div (6) colocado anteriormente.

Procedimiento No. 8

D.8. Procedimiento para medir la desviación de pase entre dos señales.

A continuación se decriben los pasos para medir la desviación de fase entre dos señales a una misma frecuencia. En este proceso no importan las magnitudes de las señales, excepto en la señal que ocupe la entrada X que tendrá menor capacidad de ser manejada en magnitud.

Paso 1

Prepare el osciloscopio para su operación como fué descrito en el procedimiento incial de encendido.

Paso 2

Coloque el botón de control marcado X-Y/SWP (15) en la posición de X-Y.

Paso 3

Conecte una de las señales a las terminales de entrada del canal "A" (23).

Paso 4

Usando los controles volts/div. (19), control de posición (18), y el control de vernier (20) del canal "A", ajuste el barrido vertical que aparece de tal manera que este ocupe exactamente 8 divisiones centradas verticalmente.

Paso 5

Utilizando el control de posición horizontal (5), coloque el haz sobre la línea central vertical.

Paso 6

Acople la entrada del canal "A" a tierra oprimiendo el botón "GND" (21) y debe de aparecer solo un punto en el centro de la pantalla.

Paso 7

Conecte la segunda señal a la terminal de entrada "X" (17), después de hacer esto debe de aparecer un haz de barrido horizontal de cierta magnitud y que puede invadir todo (o más) el ancho de la pantalla si la señal de entrada "X" es demasiado grande.

Paso 8

Utilizando el control de expansión de tiempo (7) y el control de posición vertical del canal "A" (18), ajuste el tamaño del barrido de tal manera que ocupe 8 divisiones en la pantalla y quede sobre la línea central horisontal lo más exacto posible.

Paso 9

Oprima de nuevo el botón marcado "GND" (21) para desacoplar de tierra la entrada del canal "A".

Paso 10

Compare la figura que aparece en la pantalla con los patrones mostrados en la figura No. 3 y obtendrá una desviación de fase aproximada.

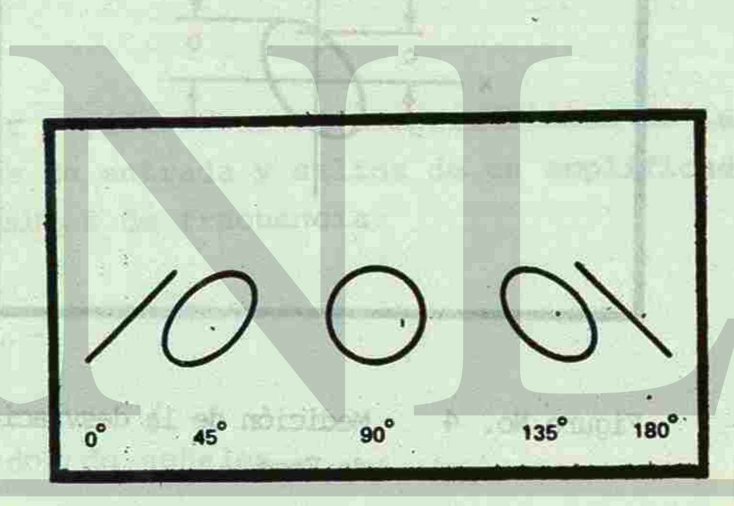


Figura No. 3 Patrones de desviación de la fase entre dos señales.

Paso 11

Para medir la desviación de fase real más aproximada observe si el centro de la elipse concuerda con el centro de su pantalla, si es así, mida las distancias C y D como se muestra en la figura No. 4 , si no concuerdan los ejes centrales de la elipse (o si la línea a 45°) con el

centro desconecte la señal de entrada en X (17) y repita el paso No. 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Si aún así no logra hacer que concuerden los centros de la elipse y la pantalla, esto se causa debido a los desajustes en el osciloscopio y solicite instrucciones de su maestro instructor.

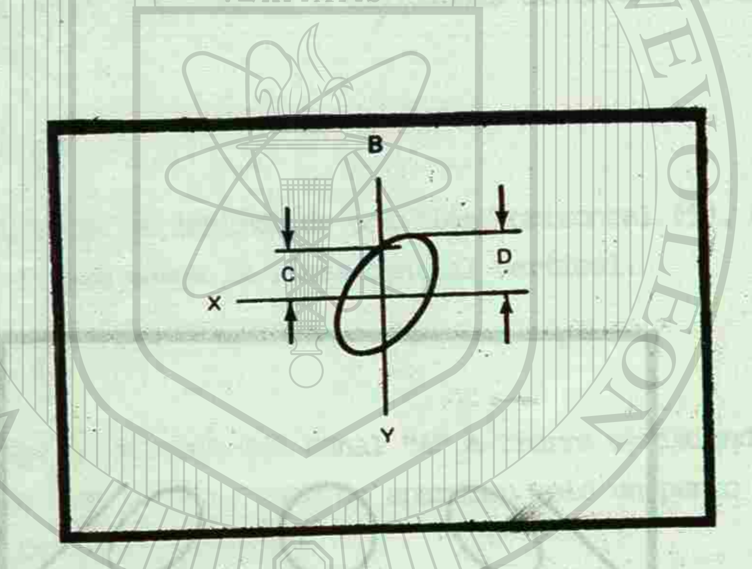


Figura No. 4 Medición de la desviación de Fase.

Paso 12

Calcule el ángulo "θ" de desviación de fase sustituyendo las váriables C y D en la siguiente fórmula:

$$\theta = \text{Seno}^{-1} \frac{C}{D}$$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 2

" LA IMPEDANCIA DE ENTRADA Y SALIDA CON RESPECTO A LA FRECUENCIA "

OBJETIVO: Conocer y visualizar el comportamiento de las impedancias de entrada y salida de un amplificador a -- los cambios de frecuencia.

EQUIPO Y MATERIAL.-

a) Un generador de señales

b) Un multímetro/puntas de prueba

c) Un osciloscopio

d) Un potenciometro de presición de un rango amplio

e) Un amplificador de una etapa.

centro desconecte la señal de entrada en X (17) y repita el paso No. 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Si aún así no logra hacer que concuerden los centros de la elipse y la pantalla, esto se causa debido a los desajustes en el osciloscopio y solicite instrucciones de su maestro instructor.

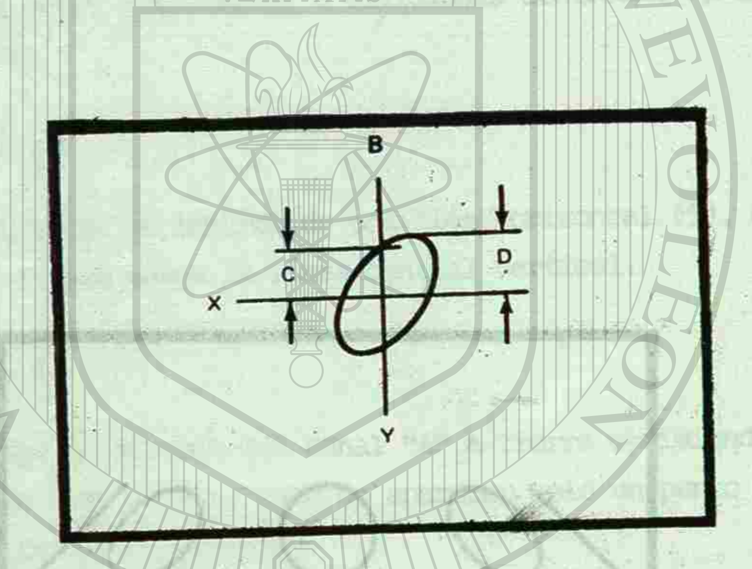


Figura No. 4 Medición de la desviación de Fase.

Paso 12

Calcule el ángulo "θ" de desviación de fase sustituyendo las váriables C y D en la siguiente fórmula:

$$\theta = \text{Seno}^{-1} \frac{C}{D}$$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 2

" LA IMPEDANCIA DE ENTRADA Y SALIDA CON RESPECTO A LA FRECUENCIA "

OBJETIVO: Conocer y visualizar el comportamiento de las impedancias de entrada y salida de un amplificador a los cambios de frecuencia.

EQUIPO Y MATERIAL.-

a) Un generador de señales

b) Un multímetro/puntas de prueba

c) Un osciloscopio

d) Un potenciometro de presición de un rango amplio

e) Un amplificador de una etapa.



PROCEDIMIENTO:

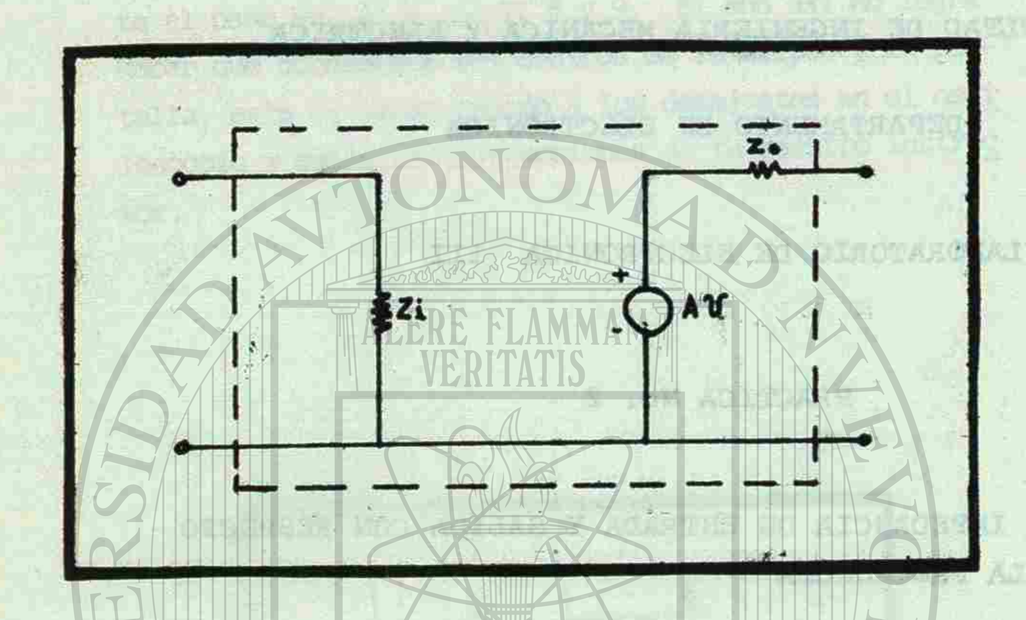


FIGURA No.1 CIRCUITO EQUIVALENTE

Para obtener la impedancia de entrada ó de salida se pueden emplear los siguientes métodos:

IMPEDANCIA DE ENTRADA (Zi)

METODO A

Este método consiste en alimentar el dispositivo ó circuito con un generador de señales y medir la caída de su señal causada por el mismo circuito.

PASO 1

Ajuste el generador de señales para que le proporicone un voltaje adecuado al circuito que va a alimentar y mídalo.

Asimismo investigue la impedancia de salida del generador en los manuales de operación ó con su instructor.

PASO 2

Conecte el generador de señales al dispositivo ó circuito como se muestra en la figura No. 2a.

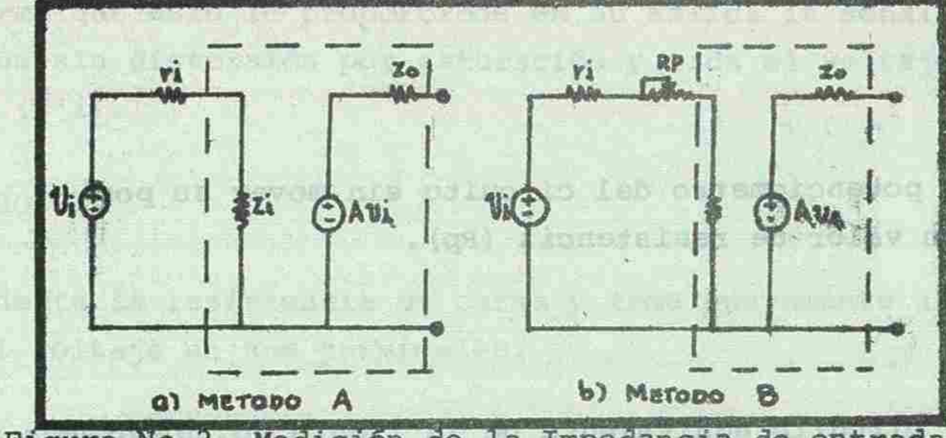


Figura No.2 Medición de la Impedancia de entrada

PASO 3

Mida nuevamente el voltaje de salida del generador (vo)

PASO 4

A partir del circuito equivalente de la figura No. 2a obtenga la relación matemática que proporcione Zi y sustituya los valores encontrados.

METODO B

En este método a diferencia del anterior utilizaremos un potenciómetro de presición colocado como se muestra en la figura No. 2b.

PASO 1

Repita el paso 1 del método A descrito anteriormente.

PASO 2

Conecte el generador de señales y el potenciometro de presición al dispositivo como se muestra en la figura No. 2b.

PASO 3

Ajuste el potenciometro de precisión (Rp) hasta que obtenga en la entrada del dispositivo (vo) un voltaje igual a la mitad de (Vi).

PASO 4

Desconecte el potenciometro del circuito sin mover su posición y mida su valor de resistencia (Rp).

PASO 5

Analizando el circuito equivalente de la figura No.2b obtenga la relación matemática que le proporcione Zi y sustituya los valores encontrados.

IMPEDANCIA DE SALIDA (Zo)

Para la medición de la impedancia de salida del dispositivo ó circuito utilizaremos métodos similares a los usados para encontrar la impedancia de entrada solo que tomaremos las lecturas de voltaje a la salida del dispositivo.

METODO A

Este método consiste en conectar un generador de señales al dispositivo ó circuito, una resistencia de carga conocida en su salida y en tomar las lecturas de voltaje de salida con Y sin esta resistencia como se ilustra en la figura No.3a.

PASO 1

Ajuste el generador de señales para que le proporcione una forma de onda senoidal y conectelo al disposotivo como se muestra en la figura No.3a.

PASO 2

Ajuste el nivel de voltaje en la entrada del circuito de tal forma que este le proporcione en su salida la señal amplificada sin distorsión por saturación y mida el voltaje de salida (V'i).

PASO 3

Conecte la resistencia de carga y tome nuevamente la lectura del voltaje en sus terminales.

PASO 4

Analizando el circuito equivalente de la figura No3a obtenga la relación matemática para obtener Zo y sustituya los valores medidos.

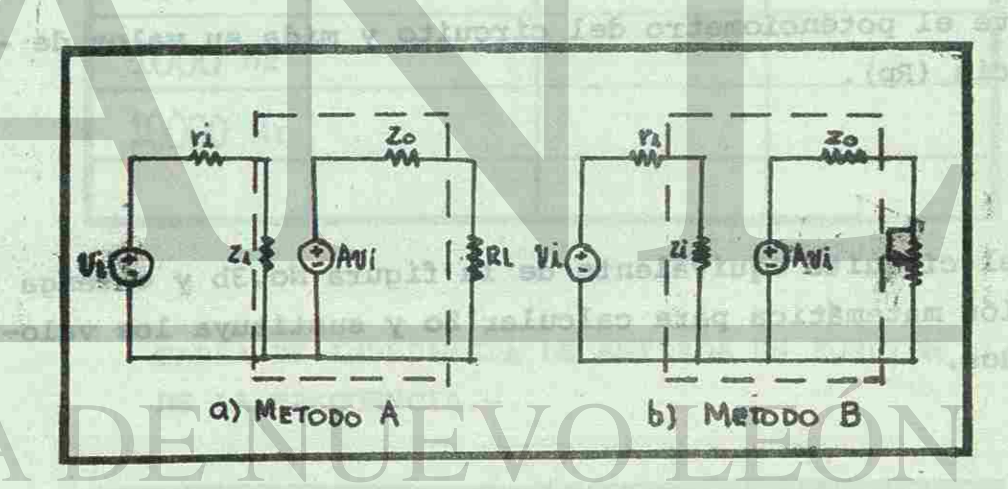


FIGURA No. 3a. MEDICION DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA

METODO B

En este método utilizaremos de nuevo un potenciometro de precisión como resistencia de carga del circuito colocado como se muestra en la figura No.3b.

PASO 1

Repita el paso 1 del método "A" para la medición de la impedancia de salida.

PASO 2

Repita el paso 2 del método "A" descrito anteriormente.

PASO 3

Conecte el potenciometro de precisión como resistencia de carga como lo indica en la figura 3b y ajustelo de tal manera -- que le proporcione en sus terminales (Vo) un nivel de voltaje igual a la mitad de V'i.

PASO 4

Desconecte el potenciometro del circuito y mida su valor de - resistencia (Rp).

PASO 5

Analize el circuito equivalente de la figura No.3b y obtenga - la relación matemática para calcular Zo y sustituya los valo-- res medidos.

DESARROLLO DE LA PRACTICA

Conecte la fuente de poder a su circuito amplificador y ajuste inicialmente el generador de señales a una frecuencia de 1KHz. Utilizando los cuatro métodos para la medición de impedancias descritos anteriormente, tome las lecturas para su cálculo variando la frecuencia de la señal de entrada y forme cuatro tablas tabuladas como las siguientes:

FRECUENCIA	V_i	V_o	Z_i
10 Hz			
100 Hz			
500 Hz			
1000 Hz			
10000 Hz			

TABLA DE IMPEDANCIA DE ENTRADA EN FUNCION DE LA FRECUENCIA.-

FRECUENCIA	V_i	V_o	Z_o
10 Hz			
100 Hz			
500 Hz			
1000 Hz			
10000 Hz			

Una vez llevados a cabo los cuatro métodos para la medición de impedancias, analize las cuatro tablas restantes, comparelas, comentelas con sus compañeros de brigada y realize un resumen de la práctica, reportando los resultados y conclusiones generados durante la sesión.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 2

R E P O R T E

RESUMEN DE LA SESION Y RESULTADOS

P R A C T I C A No.2

R E P O R T E

C U E S T I O N A R I O

1.- Porque normalmente Zi debe ser menor que Zo?

2.- ¿Como deben de ser idealmente las impedancias Zi y Zo y explique porqué?

3.- ¿A que se debe que la impedancia varíe con la frecuencia?

4.- ¿Calcule la corriente de salida máxima que puede proporcionar su circuito?

5.- Calcule la corriente de entrada que su dispositivo tomó durante la prueba.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPTO. DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 3

"RESPUESTA A LAS BAJAS FRECUENCIAS DE LOS AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES BIPOLARES"

OBJETIVO.

Comprobar y visualizar el efecto de los capacitores de desacoplo y de acoplamiento en la respuesta a las bajas frecuencias de amplificadores con transistores bipolares.

EQUIPO Y MATERIAL.

a).- Un generador de señales.

b).- Un multimetro/puntas de prueba.

c).- Un osciloscopio.

d).- Una fuente de poder de D.C. Regulada.

e).- Un circuito amplificador de una etapa con un transistor bipolar.

Sugerencia:

De preferencia implemente el circuito del experimento que su instructor establesca para realizar la práctica ó algún otro que usted hubiese implementado y probado anteriormente.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

PROCEDIMIENTO No. 1.

Procedimiento para la obtención experimental del gráfico de la respuesta a las bajas frecuencias de un amplificador.

P R A C T I C A No.2

REPORTE

CUESTIONARIO

1.- Porque normalmente Zi debe ser menor que Zo?

2.- ¿Como deben de ser idealmente las impedancias Zi y Zo y explique porqué?

3.- ¿A que se debe que la impedancia varíe con la frecuencia?

4.- ¿Calcule la corriente de salida máxima que puede proporcionar su circuito?

5.- Calcule la corriente de entrada que su dispositivo tomó durante la prueba.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPTO. DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 3

"RESPUESTA A LAS BAJAS FRECUENCIAS DE LOS AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES BIPOLARES"

OBJETIVO.

Comprobar y visualizar el efecto de los capacitores de-desacoplo y de acoplamiento en la respuesta a las bajas frecuencias de amplificadores con transistores bipolares.

EQUIPO Y MATERIAL.

a).- Un generador de señales.
b).- Un multimetro/puntas de prueba.
c).- Un osciloscopio.
d).- Una fuente de poder de D.C. Regulada.
e).- Un circuito amplificador de una etapa con un transistor bipolar.

Sugerencia:
De preferencia implemente el circuito del experimento que su instructor establesca para realizar la práctica ó algún otro que usted hubiese implementado y probado anteriormente.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

PROCEDIMIENTO No. 1.

Procedimiento para la obtención experimental del gráfico de la respuesta a las bajas frecuencias de un amplificador.

PASO No. 1.

Ajuste el generador de señales para que le proporcione una frecuencia de 1Khz.

Si utiliza un generador de funciones, asegurese de ajustar sus controles para obtener una forma de onda sinusoidal y de tener 0 volts D.C. en el nivel de off-set.

PASO No. 2

Interconecte el circuito amplificador con el generador de señales, el osciloscopio, la fuente de poder y el multímetro de acuerdo a la figura No. 1.

PASO No. 3

Ajuste el nivel de la señal de entrenado de tal manera que la señal de salida se obtenga sin distorsiones.

PASO No. 4

Realize un barrido hacia las bajas frecuencias en el generador y visualice como cambia el nivel de la señal de salida del amplificador en el canal B del osciloscopio (Asegurece de ir cambiando la velocidad de barrido en el osciloscopio.)

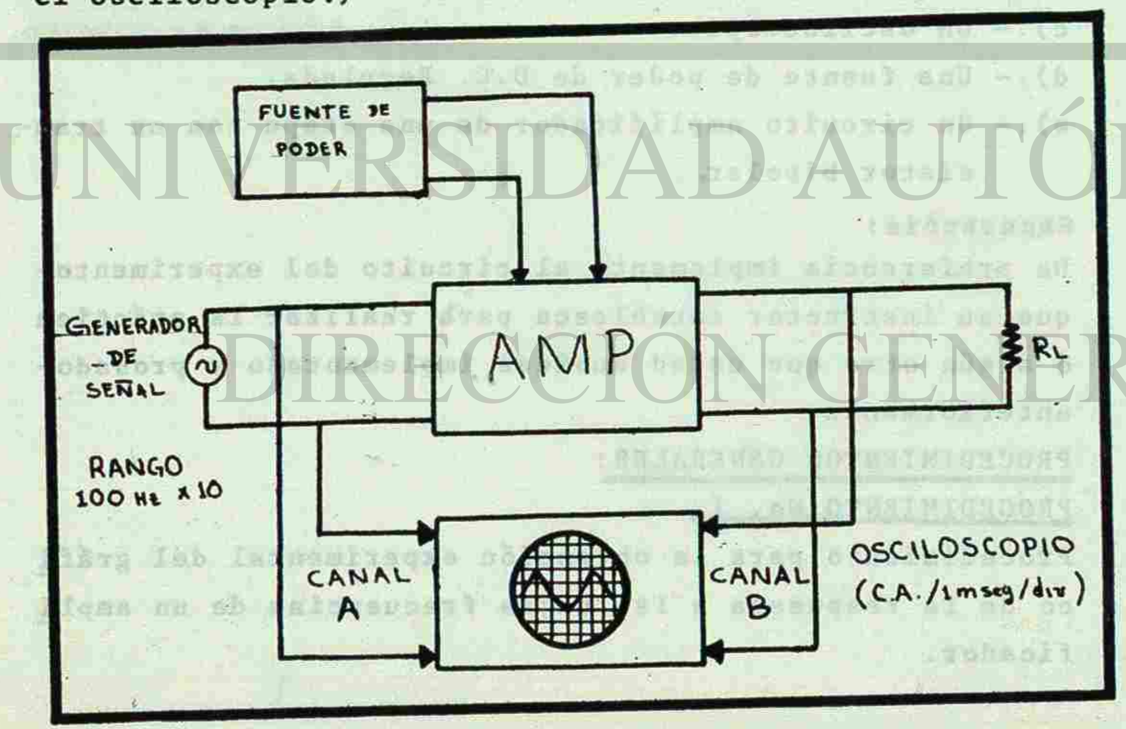


Fig. No 1 Diagrama Esquematico de Interconexiones

PASO No. 5

Realize otro barrido de frecuencia, pero ahora por etapas, de acuerdo a la siguiente tabla tabulada y tome las lecturas de Vi p-p, Vo p-p-, calcule Av (dB) y Zi.

FRECUENCIA	VOp-p-	Vip-p-	Av(dB)	Zi
5Hz				
10Hz				
15Hz				
20Hz				
40Hz				
80Hz				
100Hz				
500Hz				
KHZ				
2KHz				

Tablas de Lecturas para la Obtención de la grafica de la respuesta a las bajas frecuencias.

PASO No. 6

Trace el grafico de respuestas a las bajas frecuencias a partir de los datos anteriores, utilizando una hoja de papel semilogarítmico adecuada al rango de frecuencia que esta analizando.

PROCEDIMIENTO No. 2

Procedimiento para encontrar experimentalmente la frecuencia inferior de corte de un amplificador.

PASO No. 1

Utilizando el mismo esquema de interconexiones de la figura No. 1, asegurese de tener un nivel de señal de entrada que no le cause distorciones por saturación. Así mismo ajuste la frecuencia del generador de señales a un valor dentro del rango de frecuencias medias del amplificador.

NOTA:

Para encontrar el rango de frecuencias medias del amplificador coloque primero el dial de frecuencias -- y el rango de frecuencia del generador para que le -- proporcione una señal de 0Hz ó lo más aproximado. Notara que probablemente el nivel de la señal de salida del apmlificador se reducira a uno muy pequeño y quesi usted incrementa la frecuencia, este nivel se incrementara un tanto proporcional. La señal estara en elrango de las frecuencias medias cuando, al ir incrementando la frecuencia en el generador, la señal de -salida del amplificador no tenga más incrementos de -amplitud, si no que permanesca casi constante y en su valor máximo.

PASO No. 2

Una vez que esta la señal en el rango de frecuencias-medias, tome las lecturas de frecuencia y de nivel de se--ñal de salida de pico a pico (Vop-p) con el osciloscopio.

PASO No. 3

Para determinar la frecuencia experimental inferior de corte (F_L), empieze por disminuir la frecuencia de la señal -(sin mover el nivel de señal de entrada), hasta que la señal de salida del amplificador se redusca en -3dB apartir-de Vop-p anteriormente medido.

Una reducción de la señal de -3dB la encontrara usted cuando su nivel de amplitud Vop-p se disminuya hasta un nivel-Vó p-p=0.707 Vop-p conforme se reduce la frecuencia.

Ejemplos: Si Vop-p=5volts, la frecuencia inferior de corte la encontrara cuando el nivel de la señal de salida se baje hasta Vóp-p=(0.707)(5), Vóp-p=3.53 volts aprox.

PASO No. 4

Desconecte el equipo, devolviendo todas las perillas de nivel de voltaje a cero, incluyendo las fuentes de poder.

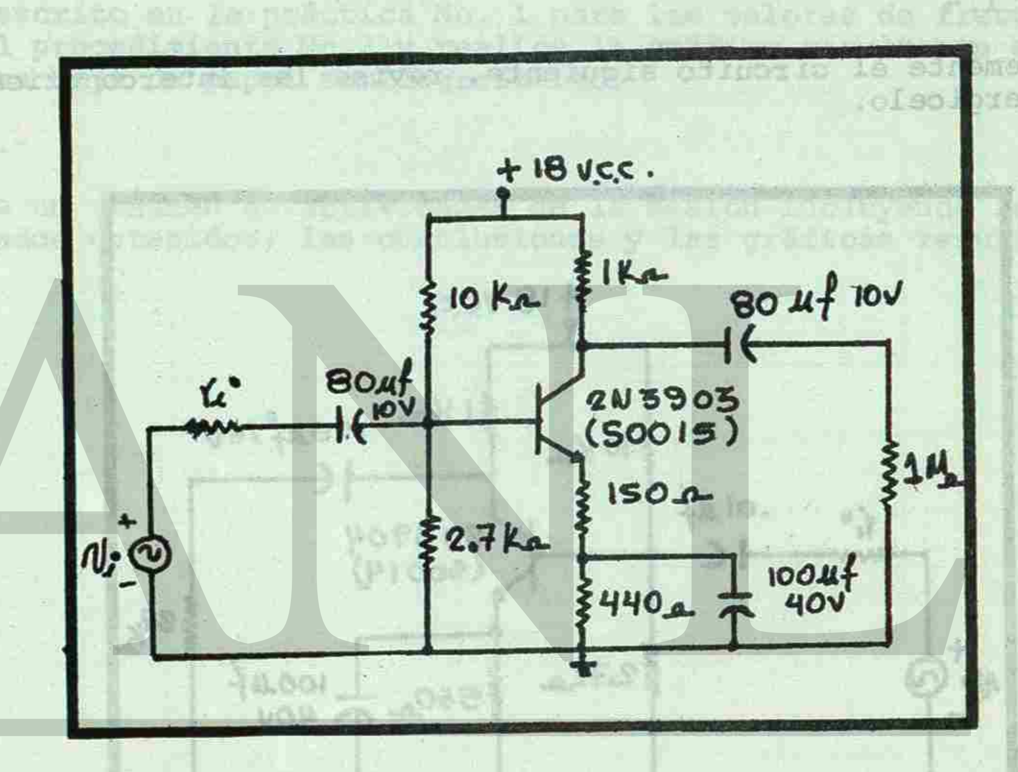
EXPERIMENTOS SUGERIDOS

Los circuitos presentados en los siguientes experimentos tienen que ser implementados, revisados y probados con anterioridad a la fecha en que se realice la práctica.

EXPERIMENTO No. 1

PASO 1.-

Implemente el circuito siguiente, revise las interconexiones y energicelo.



PASO 2.-

Aplique el procedimiento No.1 descrito en esta práctica y obtenga el gráfico de la respuesta a las bajas frecuencias.

PASO 3.-

Aplique el procedimiento para medir la desviación de Fase θ --(descrito en la práctica No. 1) y grafique en la misma hoja el -gráfico de desviación de fase contra frecuencia.

PASO 4.-

Obtenga la frecuencia inferior de corte aproximada en Hz, aplicando el procedimiento No.2 de esta práctica.

PASO 5.-

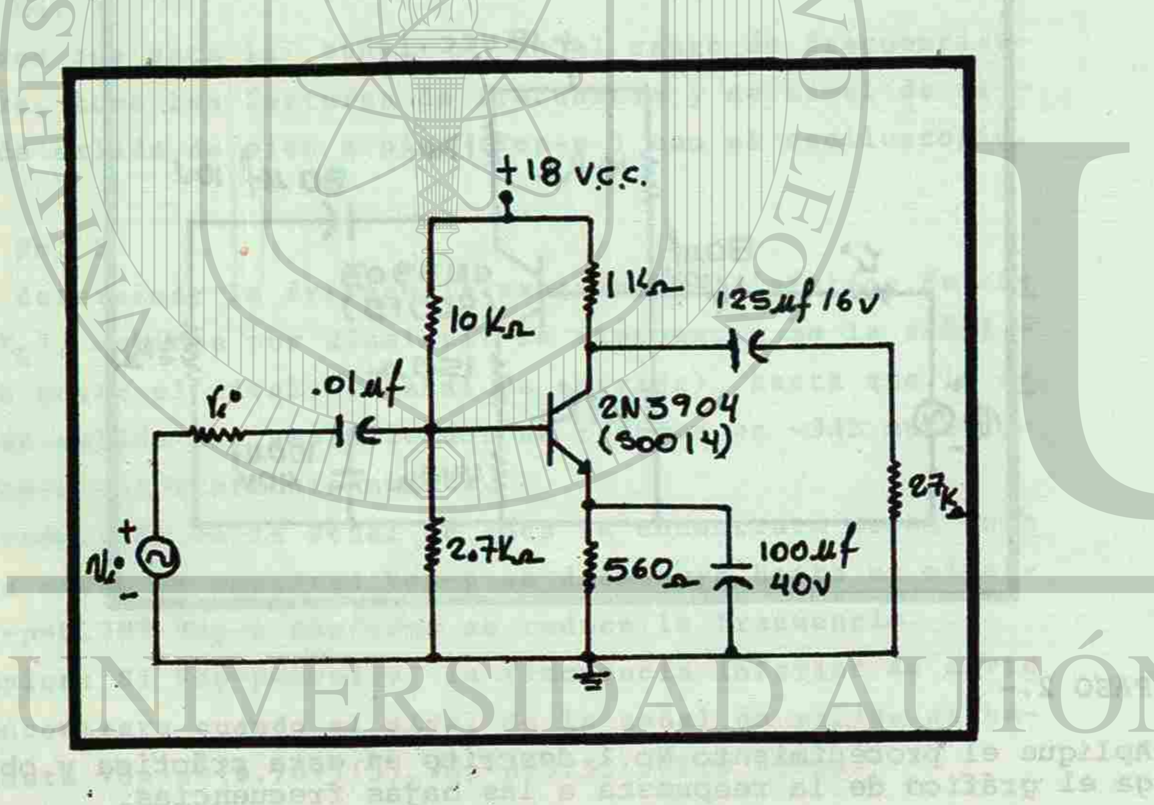
Ahora cambie ó retire alguno de los capacitores CC_1, CC_2 ó C_e según lo aconseje el Instructor y obtenga de nuevo la frecuencia inferior de corte.

Comente con sus compañeros la causa del cambio (si es que ocurre) de la frecuencia inferior de corte y genere sus conclusiones por escrito y anexelas al reporte de la práctica, junto con un resumen de todas las actividades realizadas durante la sesión.

EXPERIMENTO No. 2

PASO 1.-

Implemente el circuito siguiente, revise las interconexiones y energicelo.



PASO 2.-

Aplique el procedimiento No. 2 descrito en esta práctica, obtenga la frecuencia inferior de corte y la ganancia de voltaje a frecuencias medias.

PASO 3.-

Retire del circuito el capacitor de desacoplo C_e y vuelva a aplicar el procedimiento No.2 para encontrar de nuevo la F_L.

PASO 4.-

Mida con el osciloscopio el nivel de voltaje de salida y obtenga la ganancia de nuevo.

PASO 5.-

Retire ahora el capacitor de acoplamiento de colector Cc2 y aplique el procedimiento No.1 para obtener el gráfico de la respuesta a bajas frecuencias.

PASO 6.-

Aplique el procedimiento para medir la desviación de la fase "θ", descrito en la práctica No. 1 para los valores de frecuencia del procedimiento No.2 y realice la gráfica resultante en la misma hoja de papel semilogarítmico.

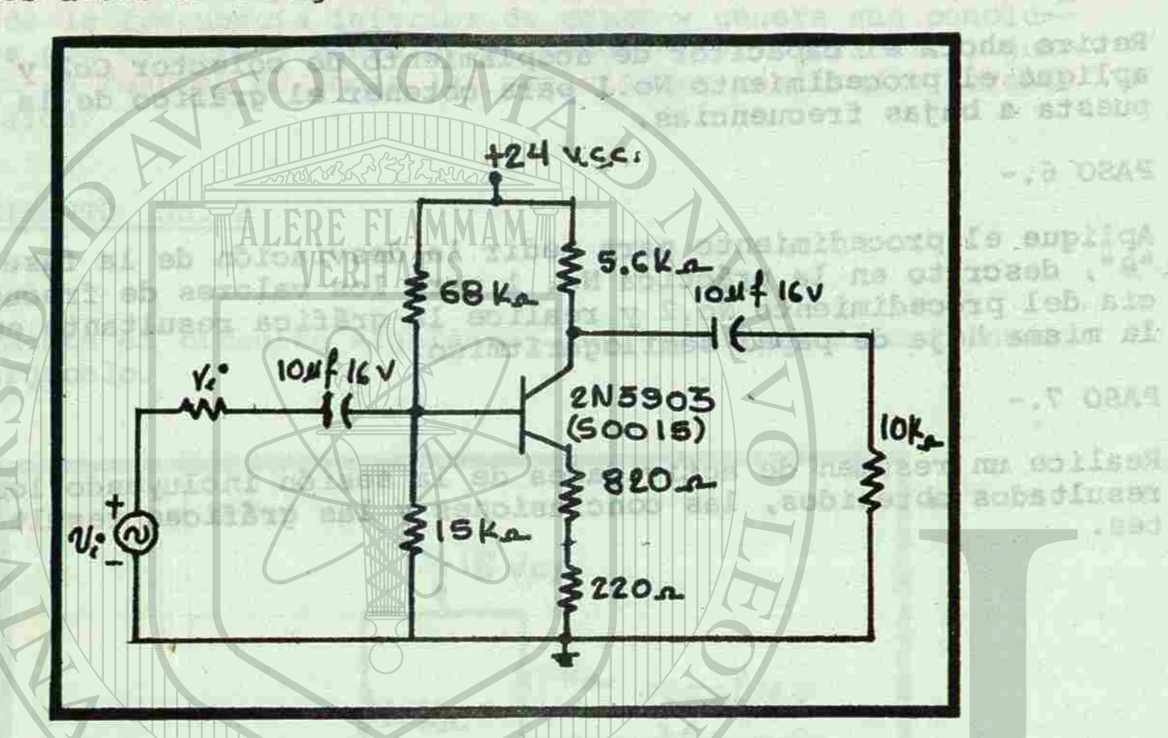
PASO 7.-

Realice un resumen de actividades de la sesión incluyendo los resultados obtenidos, las conclusiones y las gráficas resultantes.

EXPERIMENTO No 3

PASO 1.-

Implemente el siguiente circuito, revise todas las interconexiones antes de energizarlo.



PASO 2.-

Utilice el procedimiento No.1 para trazar el gráfico de magnitud (dB) contra frecuencia en una hoja de papel semilogarítmico.

PASO 3.-

Utilice el procedimiento para encontrar "θ" descrito en la --- práctica No.1 y trace el diagrama de desviación de fase contra frecuencia en la misma hoja de papel semilogarítmico, para los mismos valores de frecuencia del procedimiento No.1.

PASO 4.-

Solicite al instructor un capacitor infinito (un valor extremadamente grande) y substituya el capacitor de acoplamiento de base C_{C1}.

PASO 5.-

Obtenga la frecuencia inferior de corte utilizando el procedimiento No. 2 de esta práctica.

PASO 6.-

Coloque de nuevo el capacitor de acoplamiento de base original y substituya el capacitor de acoplamiento de colector -- con el capacitor infinito.

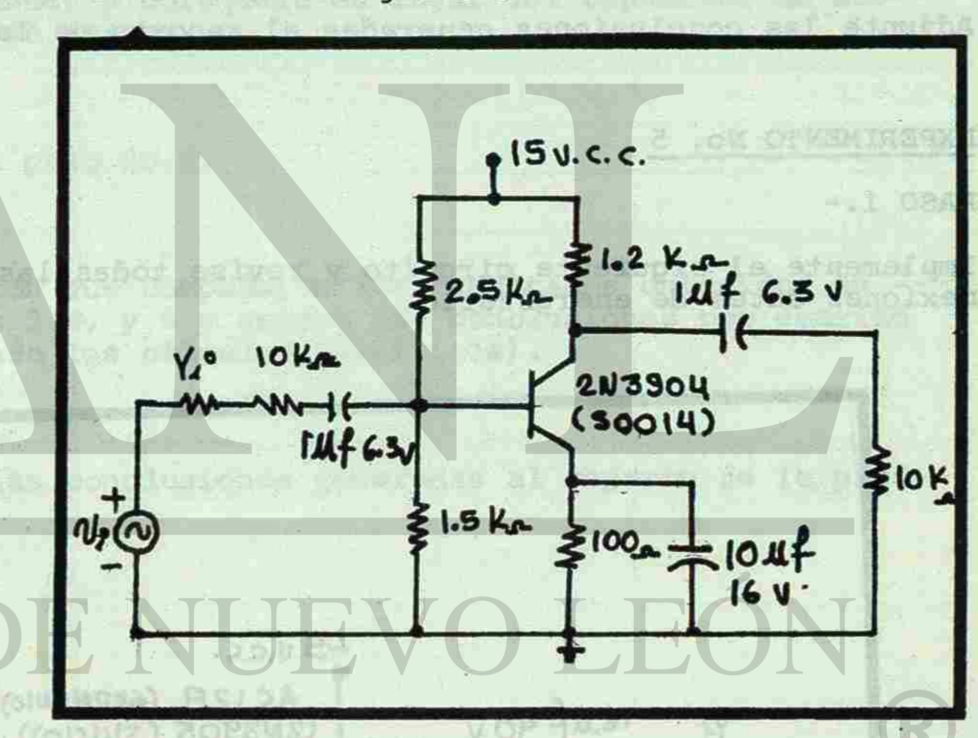
PASO 7.-

Repita el paso No.5, analice los cambios de la frecuencia inferior de corte ocurridos con respecto al paso 4, genere las conclusiones por escrito y anéxelas al reporte.

EXPERIMENTO No. 4

PASO 1.-

Implemente el siguiente circuito, revise todas las interco-- nexiones antes de energizarlo.



PASO 2.-

Obtenga la frecuencia inferior de corte utilizando el procedimiento No.2 de esta práctica, así como la ganancia a fre-- cuencias medias.

PASO 3.-

Solicite al instructor que le proporcione un capacitor infinito (uno extremadamente grande) y substituya el capacitor - de desacoplo de emisor Ce.

PASO 4.-

Repita el paso No.2.

PASO 5.-

Retire ahora el capacitor de acoplamiento de colector o corto-circuitelo.

PASO 6.-

Repita el paso No.2.

PASO 7.-

Comente con sus compañeros los resultados obtenidos en los pasos 2,4, y 6 y genere las conclusiones por escrito (incluyendo los cálculos analíticos).

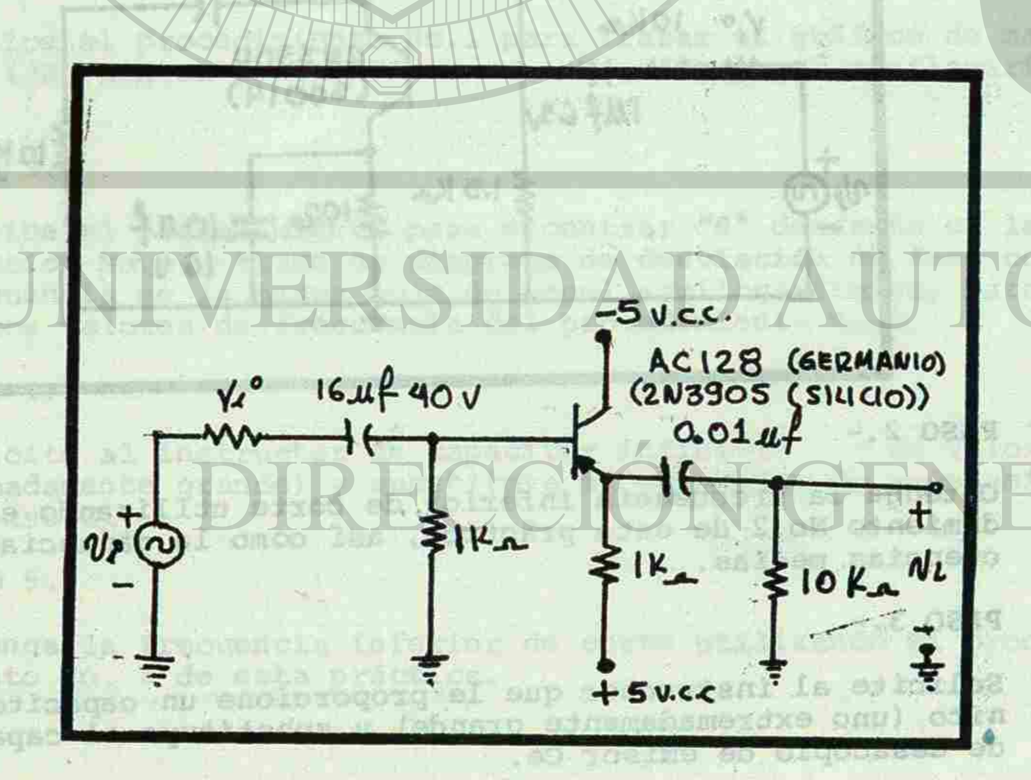
PASO 8.-

Adjunte las conclusiones generadas al reporte de la práctica.

EXPERIMENTO No. 5

PASO 1.-

Implemente el siguiente circuito y revise todas las interconexiones antes de energizarlo.



PASO 2.-

Trace el diagrama de magnitud (dB) contra frecuencia de acuerdo al procedimiento No.1 de esta práctica.

PASO 3.-

Trace el diagrama de desviación de fase θ contra frecuencia de acuerdo al procedimiento descrito en la práctica No. 1.

PASO 4.-

Obtenga la frecuencia inferior de corte utilizando el procedimiento No.2 de esta práctica, así como la ganancia a frecuencias medias.

PASO 5.-

Solicite al instructor un capacitor infinito (extremadamente grande) y colóquelo en lugar del capacitor de acoplamento de emisor.

PASO 6.-

Repita el paso No.4.

PASO 7.-

Comente con sus compañeros los resultados obtenidos en los pasos 3,4, y 6 y genere las conclusiones por escrito (incluyendo los cálculos analíticos).

PASO 8.-

Adjunte las conclusiones generadas al reporte de la práctica.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 3

REPORTE

RESUMEN Y RESULTADOS:

CUESTIONARIO

1.- ¿ Que efecto tiene Ce en la ganancia?

2.- ¿ Que ocurre si cambia Ce en un circuito dado?

3.- ¿ Como se define la frecuencia inferior de corte?

4.- ¿ Generalmente como son los valores de Cci y Cc2 con respecto a Ce y por que razón?

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA
LABORATORIO DE ELECTRONICA III
PRACTICA No.- 4

" RESPUESTA A LAS BAJAS FRECUENCIAS DE LOS AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO (FETS) ".

OBJETIVO:

Comprobar y visualizar el efecto de los capacitores de desacoplo y de acoplamiento en la respuesta a las bajas frecuencias de los amplificadores con transistores de efecto de campo (FETS).

EQUIPO Y MATERIAL:

a).- Un generador de señales
b).- Un multímetro/puntas de prueba
c).- Un osciloscopio
d).- Una fuente de poder de D.C. regulada
e).- Un circuito amplificador de una etapa con un transistor de efecto de campo.

SUGERENCIA:

De preferencia implemente el circuito del experimento que su instructor establezca para realizar la práctica ó algún otro que usted hubiese implementado y probado anteriormente.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

Los procedimientos de medición que utilizará en esta práctica serán similares a los procedimientos usados en la práctica No.3.

PROCEDIMIENTO No. 1

Procedimiento para la obtención experimental del gráfico de la respuesta a las bajas frecuencias un amplificador.

NOTA: Consulte este procedimiento en la práctica No.3

PROCEDIMIENTO No.2

Procedimiento para encontrar experimentalmente la frecuencia inferior de corte de un amplificador.

NOTA: Consulte este procedimiento en la práctica No.3.

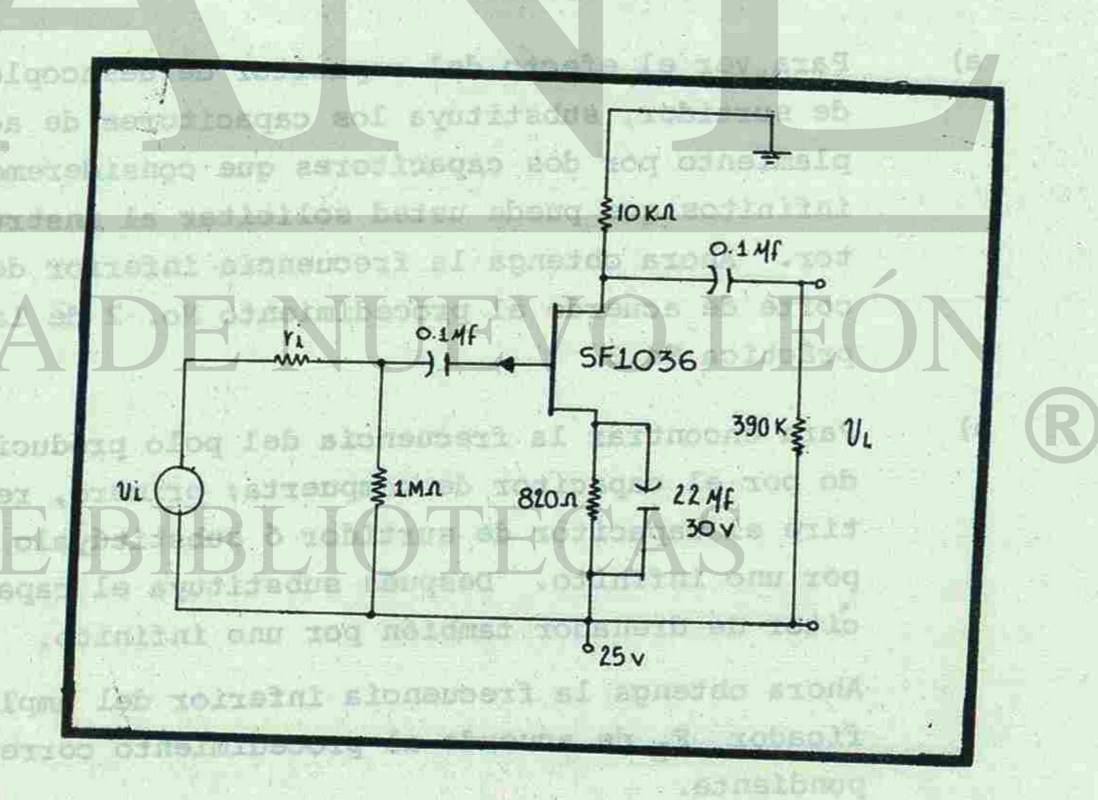
EXPERIMENTOS SUGERIDOS:

Los circuitos presentados en los siguientes experimentos tienen que ser implementados, revisados y probados con anterioridad a la fecha en que se realice la práctica.

EXPERIMENTO No.1

PASO 1.-

Implemente el circuito siguiente, revise las interconexiones y energicelo.



PASO 2.-

Aplique el procedimiento No.1 descrito en la práctica No.3 y obtenga el gráfico de respuesta a las bajas frecuencias.

PASO 3.-

Aplique el procedimiento para medir experimentalmente la desviación de fase θ, descrito en la práctica No.1 y grafique en la misma hoja de papel semilogarítmico la característica de "θ" contra " ".

PASO 4.-

Determine experimentalmente cual de los tres capacitores esta causando el polo a más alta frecuencia y compárelo con la frecuencia interior de corte del amplificador.

SUGERENCIA: Analice experimentalmente el efecto de cada capacitor por separado.

a) Para ver el efecto del capacitor de desacoplo de surtidor, substituya los capacitores de acoplamiento por dos capacitores que consideremos infinitos que puede usted solicitar al instructor. Ahora obtenga la frecuencia inferior de corte de acuerdo al procedimiento No. 2 de la práctica No.3.

b) Para encontrar la frecuencia del polo producido por el capacitor de compuerta; primero, retire el capacitor de surtidor ó substitúyalo por uno infinito. Después substituya el capacitor de drenador también por uno infinito.

Ahora obtenga la frecuencia inferior del amplificador F_L de acuerdo al procedimiento correspondiente.

c) Para encontrar la frecuencia del polo causado por el capacitor de drenador, repita el inciso anterior substituyendo ahora el capacitor de compuerta por el capacitor infinito y dejando el capacitor de drenador original.

PASO 5.-

Realice por separado el procedimiento analítico del circuito para encontrar los polos de los tres capacitores y compárelos.

Anexe el análisis y los resultados experimentales al reporte de la práctica.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 5

" EL TRANSISTOR USADO COMO INTERRUPTOR "

OBJETIVO: .- Conocer y observar el comportamiento del transistor bipolar a las transiciones instantáneas de su estado de corte a saturación y viceversa.

EQUIPO Y MATERIAL

a) Un generador de funciones
b) Un osciloscopio de doble canal
c) Una fuente de poder de D.C. regulada
d) Un transistor 2N3903 ó equivalente, un capacitor de 470pf - (6.3v o más), dos resistores de 1K (1/4 watts).

PROCEDIMIENTO

El procedimiento que describiremos a continuación no pretende - el hacer mediciones de tiempo de retardo de propagación del transistor, solo el visualizarlo y comprobar la diferencia entre el tiempo de propagación de nivel bajo a nivel alto tpdLH y el tiempo de propagación de un nivel alto a un nivel bajo t pdHL.

PASO 1 .-

Ajuste el generador de funciones para que proporcione una forma - de onda cuadrada, con una frecuencia de 60 KHZ (aproximadamente - un ancho de pulso de 8.33 m seg.) y un nivel de salida de 4 volts de pico a pico.

PASO 2 .-

Implemente el circuito de prueba que se muestra en la figura 1 en una tableta para prototipos y energicelo.

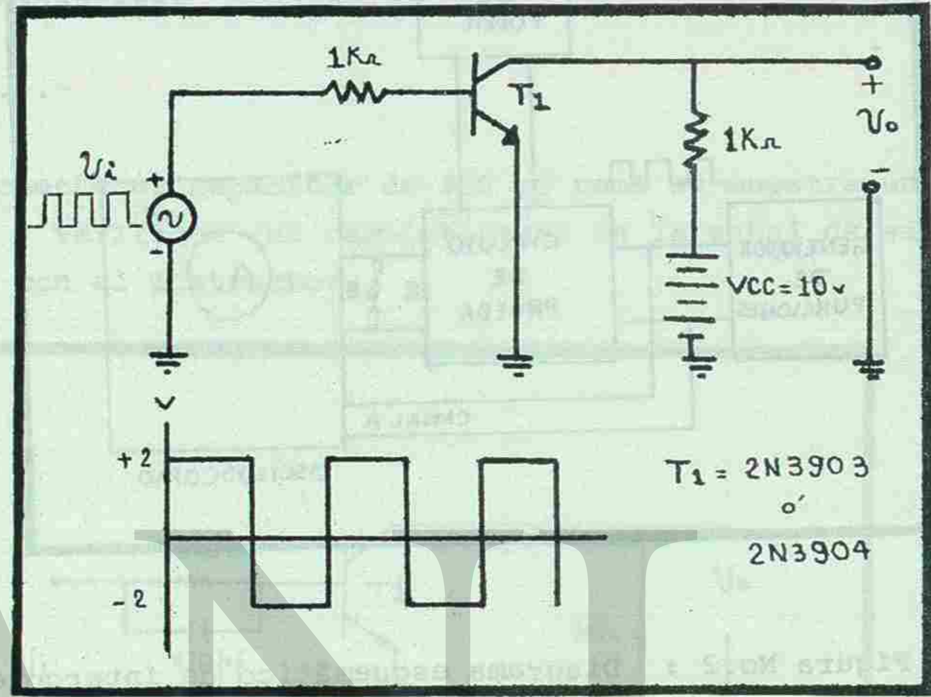


Figura No.1: Circuito para visualizar los tiempos de retardo de propagación del transistor bipolar.

PASO 3 .-

Interconecte el circuito de prueba con el equipo de medición - de acuerdo a la figura No.2 y ajuste el osciloscopio según a - las siguientes especificaciones:

Tiempo de barrido:	10 seg/div		
Fuente de sincronia:	Interna		
Canal A :	Amplitud	=	2 volt/div
	Entrada	=	D.C
Canal B :	Amplitud	=	5 bolt/div
	Entrada	=	D.C

Verifique los ajustes de fino en las perillas de tiempo de barrido y amplitud se encuentren en posición calibrado.

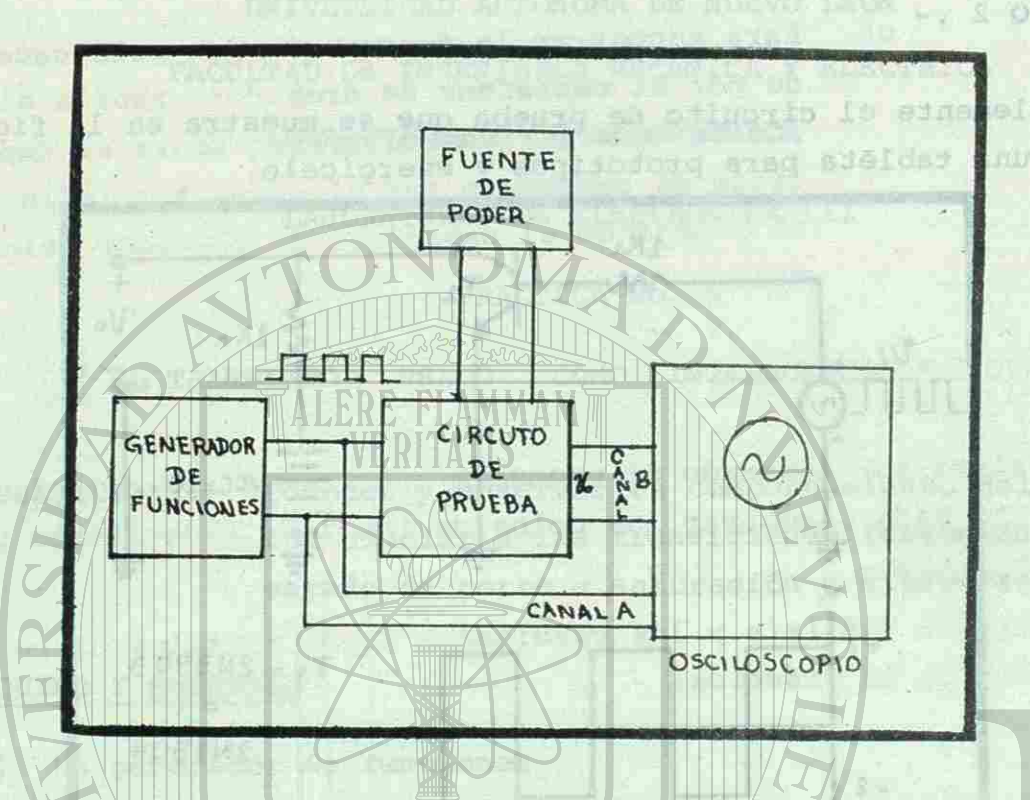


Figura No.2 : Diagrama esquemático de interconecciones para visualizar los tiempos de retardo de -- propagación del transistor bipolar.

PASO 4 .-

Despues de ver en el osciloscopio las formas de onda de la señal de entrada y de salida correctamente, notará que no se perciben todavía los tiempos de retardo de propagación.

PASO 5 .-

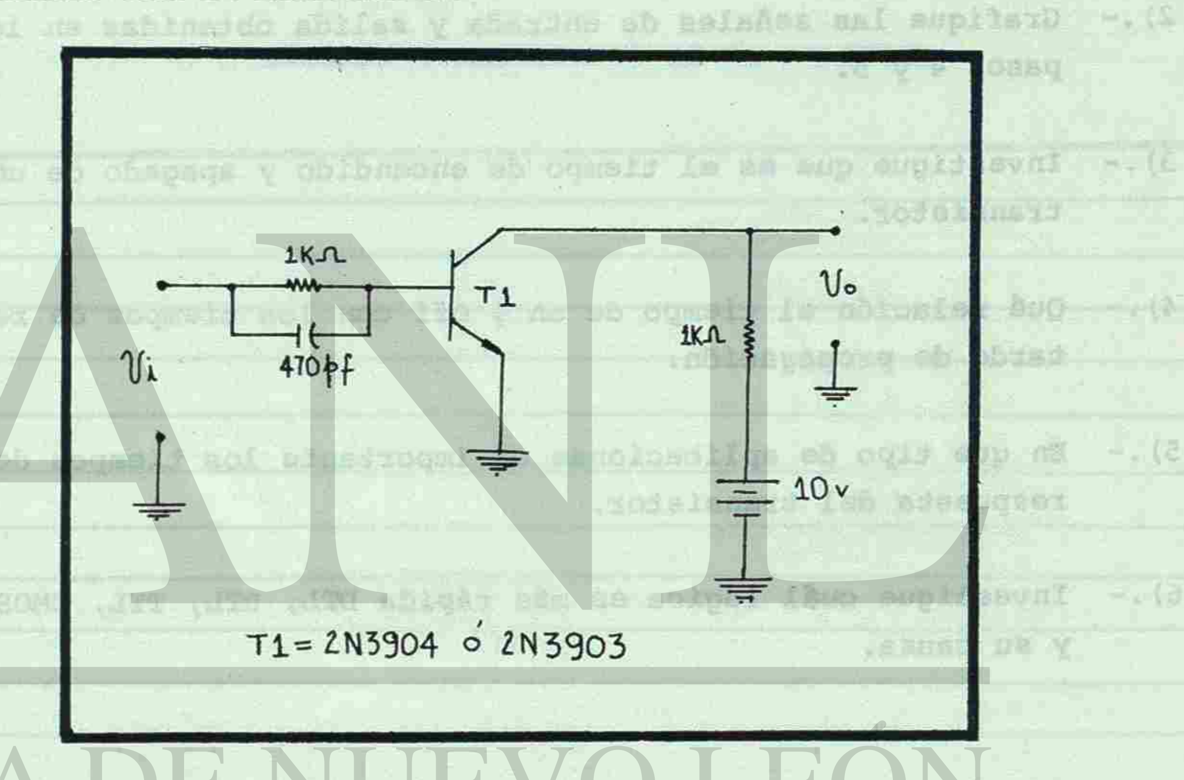
Para hacer visibles los tiempos de retardo de propagación aumentaremos el tiempo de barrido moviendo la perilla de ajuste fino del tiempo (T/DIV) de barrido hasta una posición en que - tenga un medio ciclo de la señal en la pantalla del osciloscopio y pueda observar la inclinación presentada en las líneas - verticales de la señal cuadrada. Si es necesario mueva la perilla de posición horizontal para mantener la señal centrada - en la pantalla.

PASO 6 .-

Compare las señales de entrada y salida y comente con el instructor la diferencia de los dos tiempos de retardo de propagación - e identifiquelos.

PASO 7.-.-

Ahora conecte el capacitor de 470 pf como se muestra en la figura No.3 y verifique que cambios causa en la señal de salida, coméntelo con el instructor.



C U E S T I O N A R I O

Realice un resumen de la sesión, incluyendo los problemas encontrados para realizar los resultados y comentarios y anexelo al reporte.

1).- Cuál es la frecuencia máxima que se puede tener a la entrada?.

2).- Grafique las señales de entrada y salida obtenidas en los pasos 4 y 5.

3).- Investigue que es el tiempo de encendido y apagado de un transistor.

4).- Qué relación el tiempo de on y off con los tiempos de retardo de propagación.

5).- En que tipo de aplicaciones es importante los tiempos de respuesta del transistor.

6).- Investigue cuál lógica es más rápida DTL, RTL, TTL, CMOS y su causa.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PARACTICA No.5

REPORTE

RESUMEN Y RESULTADOS DE LA PRACTICA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No.6

" RESPUESTA A LAS ALTAS FRECUENCIAS DE LOS AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES BIPOLARES"

OBJETIVO :

Comprobar y visualizar el efecto de las capacitancias internas de los transistores bipolares en la respuesta a las altas frecuencias de los amplificadores.

Equipo y material necesario.-

a).- Un generador de señales
b).- Un osciloscopio de doble canal
c).- Un multímetro/puntas de prueba
d).- Una fuente de poder de D.C. regulada
e).- Un circuito amplificador de una etapa con un transistor bipolar.

Sugerencia:

De preferencia implemente el circuito del experimento que su instructor establesca para realizar la práctica ó algun otro que usted ya hubiese implementado y probado.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

Los procedimientos de medición que utilizaremos en esta práctica son similares a los procedimientos descritos en las practicas 2 y 3, excepto que se trabajara ahora en el rango de las -

altas frecuencias.

PROCEDIMIENTO No. 1

Procedimiento para la obtención experimental del gráfico de la respuesta a las altas frecuencias de un amplificador.

PASO No. 1

Ajuste el generador de señales para que le proporcione una frecuencia de 1Khz.
Si utiliza un generador de funciones, asegúrese de ajustar sus controles para obtener una forma de onda sinusoidal y de tener 0 volts D.C. en el nivel de off-set.

PASO No. 2

Interconecte el circuito amplificador con el generador de señales, el osciloscopio, la fuente de poder y el multímetro de acuerdo a la figura No. 1.

PASO No. 3

Ajuste el nivel de la señal de entrada de tal manera que la señal de salida se obtenga sin distorsiones.

PASO No. 4

Realize un barrido hacia las altas frecuencias en el generador y visualice como cambia el nivel de la señal de salida del amplificador en el canal B del osciloscopio. (Asegúrese de ir cambiando la velocidad de barrido en el osciloscopio).

PASO No. 5

Ajuste de nuevo el generador a 1KHz y mida el nivel de la señal de entrada con el osciloscopio Vip-p.

Mida también en nivel de la señal de salida Vop-p y obtenga la ganancia de voltaje para las frecuencias medias.

A_{Vm} en decibeles (A_{Vmdb})

$$A_{Vmdb} = 20 \log \frac{Vop\text{-}p}{Vip\text{-}p}$$

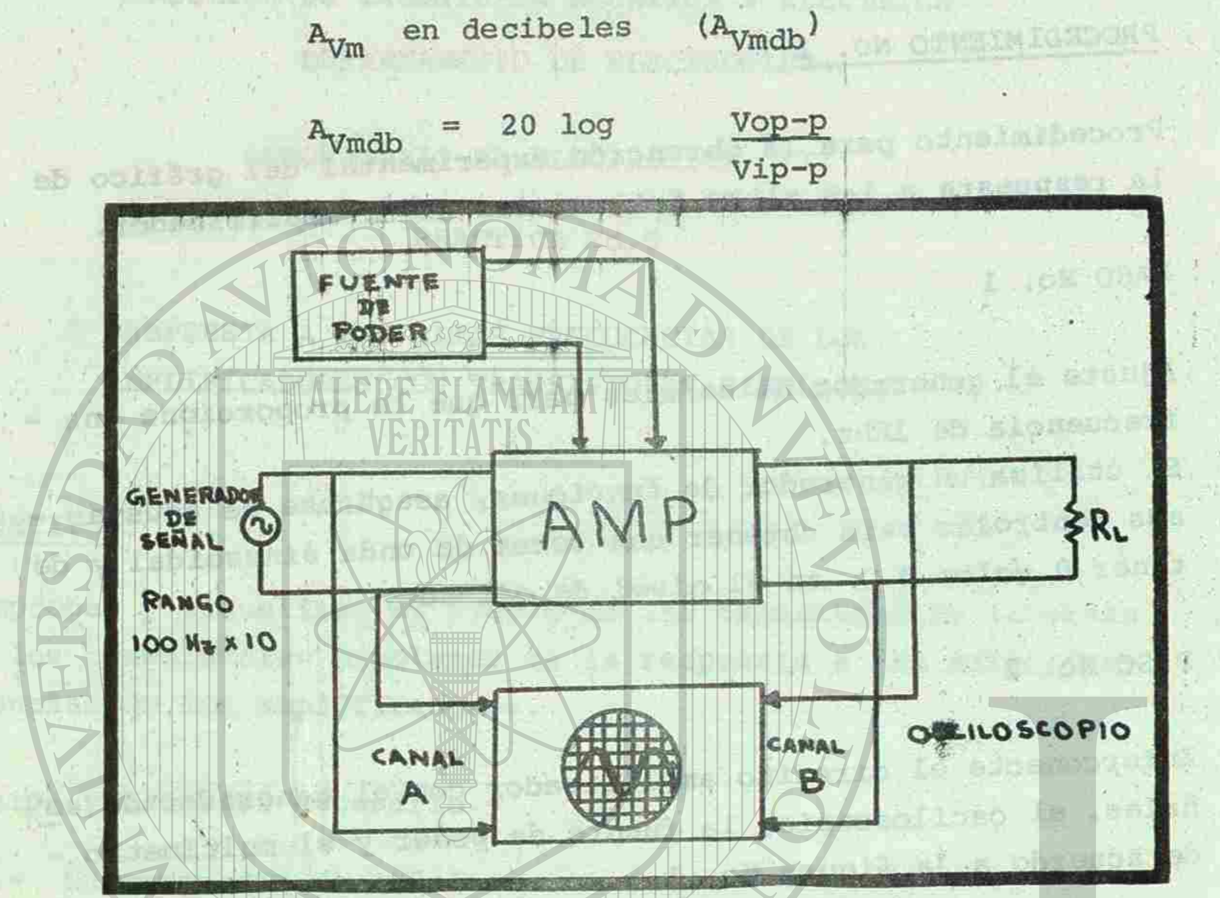


FIG. No. 1 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE INTERCONEXIONES

PASO No. 6

Realice otro barrido de frecuencia, pero ahora por etapas de acuerdo a la siguiente tabla tabulada y tome las lecturas de Vop-p y calcule A_V(db).

FRECUENCIA	V. p-p	Av (db)
1 KHZ		
5 KHZ		
10 KHZ		
50 KHZ		
75 KHZ		
100 KHZ		
250 KHZ		
500 KHZ		
1 MHZ		

NOTA: Si es necesario extienda más el rango de frecuencia.

Tablas de lecturas para la obtencion de la gráfica de la respuesta a las altas frecuencias.

Para calcular A_V(db) tome el valor de V_ip-p a una frecuencia de 1KHz, para todos los cálculos.

PASO No. 7

Trace la gráfica de la respuesta a las altas frecuencias a partir de los datos anteriores, utilizando una hoja de papel semilogarítmico adecuada al rango de frecuencia que está analizando.

PROCEDIMIENTO No. 2

Procedimiento para encontrar experimentalemtne la frecuencia superior de corte de un amplificador.

PASO No. 1

Utilizando el mismo esquema de interconexiones de la figura -

No. 1, asegúrese de tener un nivel de señal de entrada que no el cause distorciones por saturación. Así mismo ajuste la frecuencia del generador de señales a un valor dentro del rango de frecuencias medias del amplificador.

NOTA:

Para encontrar el rango de frecuencias medias del amplificador coloque primero el dial de frecuencias y el rango de frecuencia del generador para que le proporcione una señal de 0Hz ó lo más aproximado. Notará que probablemente el nivel de la señal de salida del amplificador se reducirá a uno muy pequeño y que si usted incrementa la frecuencia, este nivel se incrementará un tanto proporcional. La señal estará en el rango de las frecuencias medias cuando al ir incrementando la frecuencia en el generador, la señal de salida del amplificador no tenga más incrementos de amplitud, si no que permanesca casi constante y en su valor máximo.

PASO No. 2

Una vez que está la señal en el rango de frecuencias medias, tome las lecturas de frecuencia y de nivel de señal de salida de pico a pico Vop-p) con el osciloscopio.

PASO No. 3

Para determinar la frecuencia experimental superior de corte (Fh), empieze por incrementar la frecuencia de la señal (sin mover el nivel de señal de entrada), hasta que la señal de salida del amplificador se redusca en -3dB a partir de Vop-p anteriormente medido.

Una reducción de la señal de -3dB la encontrará usted cuando su nivel de amplitud Vop-p se disminuya hasta un nivel Vóp-p= 0.707 Vop-p conforme se aumenta la frecuencia.

Ejemplos: Si Vop-p=5 volts, la frecuencia superior de corte la encontrará cuando el nivel de la señal de salida se baje hasta Vóp-p=(0.707) (5), Vóp-p= 3.53 volt aproximadamente.

PASO No. 4

Desconecte el equipo, devolviendo todas las perillas de nivel de voltaje a cero, incluyendo las fuentes de poder.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

PRACTICA No. 6

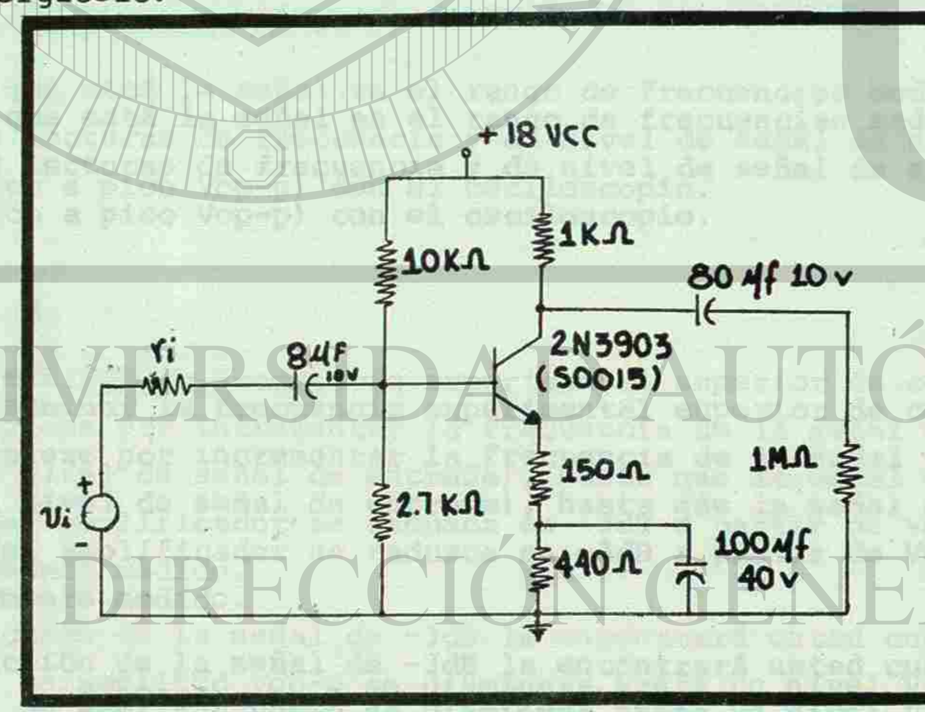
EXPERIMENTOS SUGERIDOS

Los circuitos presentados en los siguientes experimentos tienen que ser implementados, revisados y probados con anterioridad a la fecha en que se realice la práctica.

EXPERIMENTO No. 1

PASO No. 1

Implente el circuito siguiente, revise las interconexiones y energicelo.



PASO No. 2

Aplique el procedimiento No. 1 descrito en esta práctica y obtenga el gráfico de la respuesta a las altas frecuencias.

PASO No. 3

Aplique el procedimiento para medir la desviación de FASE θ (descrito en la práctica No.1) y grafique en la misma hoja el gráfico de desviación de fase contra frecuencia (cubriendo el rango de frecuencias medias y altas frecuencias).

PASO No. 4

Obtenga la frecuencia superior de corte aproximada en Hz, aplicando el procedimiento No. 2 de esta práctica.

PASO No. 5

Ahora coloque un capacitor de 820 pF ó aproximado entre la terminal de base y la terminal de emisor y obtenga de nuevo la frecuencia superior de corte.

PASO No. 6

Coloque ahora el mismo capacitor entre las terminales de base y de colector y obtenga otra vez la frecuencia superior de corte.

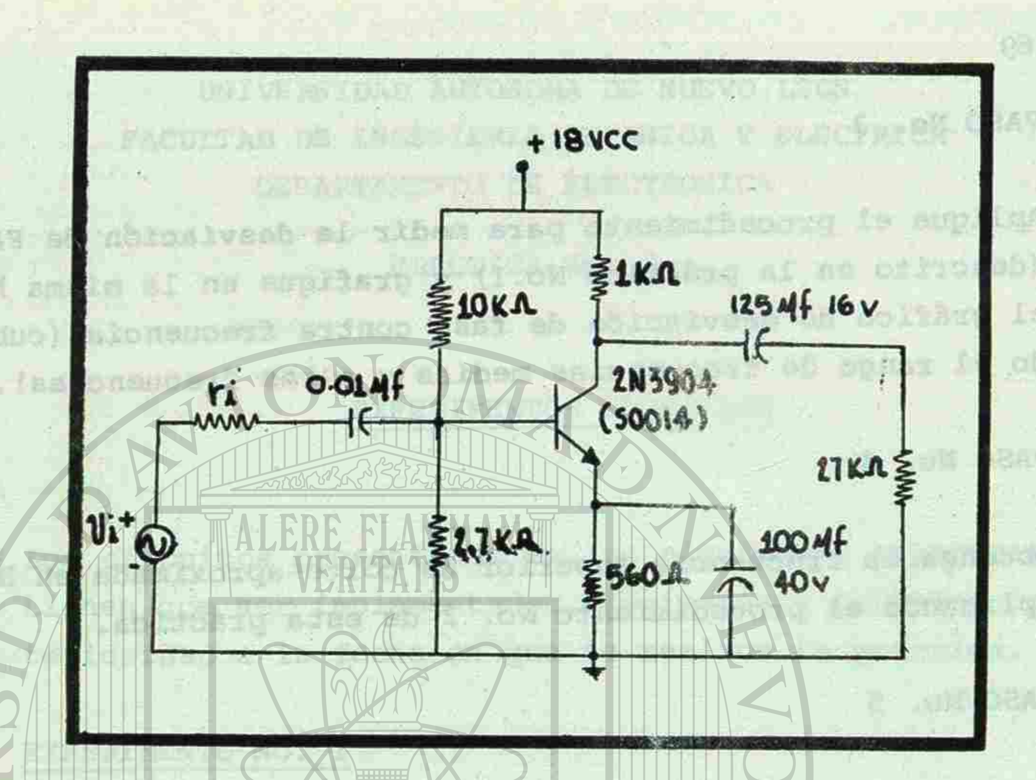
PASO No. 7

Realice un resumen de la sesión incluyendo las gráficas necesarias y anexelo al reporte.

EXPERIMENTO No. 2

PASO No. 1

Implente el circuito siguiente, revise las interconexiones y energicelo.



PASO No. 2

Aplique el procedimiento No.2 descrito en esta práctica, obtenga la frecuencia superior de corte y la ganancia de voltaje a frecuencias medias.

PASO No. 3

Retire del circuito el capacitor de desacoplo C_e y vuelva a aplicar el procedimiento No.2 para encontrar de nuevo la F_h.

PASO No. 4

Substituya la resistencia de carga por una de 100 y obtenga la frecuencia superior de corte y la ganancia de voltaje a -- frecuencias medias.

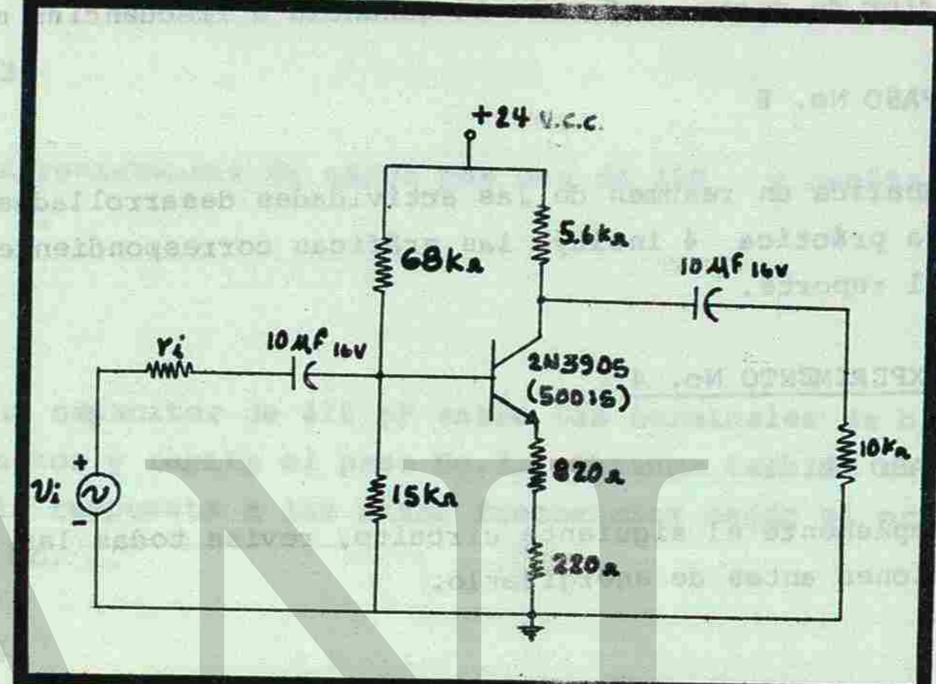
PASO No. 5

Realice un resumen de las actividades de la sesión, incluyendo las gráficas correspondientes y ane xelo al reporte.

EXPERIMENTO No. 3

PASO No. 1

Implemente el siguiente circuito, revise todas las interconexiones antes de energizarlo.



PASO No. 2

Utilice el procedimiento No.1 para trazar el gráfico de magnitud (dB) contra frecuencia en una hoja de papel semilogarítmico.

PASO No. 3

Utilice el procedimiento para encontrar "θ" descrito en la -- práctica No.1 y trace el diagrama de desviación de fase con-- tra frecuencia en la misma hoja de papel semilogarítmico, para los mismos valores de frecuencia del procedimiento No. 1.

PASO No. 4

Obtenga la frecuencia superior de corte utilizando el procedimiento No. 2 de esta práctica.

PASO No. 5

Solicite al instructor un capacitor infinito (un valor extremadamente grande) y colóquelo en paralelo con la resistencia de emisor de 220 ohms. Obtenga de nuevo la frecuencia superior de corte, así como la ganancia a frecuencias medias.

PASO No. 6

Realice un resumen de las actividades desarrolladas durante la práctica 4 incluya las gráficas correspondientes, anéxelo al reporte.

EXPERIMENTO No. 4

PASO No. 1

Implemente el siguiente circuito, revise todas las interconexiones antes de energizarlo.

15V.c.c.

2.6kΩ · 1.2kΩ · 1MF 6.3V · Vi · 10kΩ · 1MF 6.3V · 2N3904 (50014) · 10kΩ · 1.5kΩ · 100Ω · 10MF 16V

PASO No. 2

Obtenga la frecuencia superior de corte utilizando el procedimiento No. 2 de esta práctica, así como la ganancia a frecuencias medias.

PASO No.3

Cambie la resistencia de carga por una de 220   y repita el paso No. 2.

PASO No. 4

Coloque un capacitor de 470 pF entre las terminales de base y de colector y repita el paso No.2. Obtenga también el gráfico de la respuesta a las altas frecuencias según el procedimiento No. 1.

PASO No.5

Elabore un resumen de la práctica, incluyendo las gráficas correspondientes y anexelo al reporte.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No.7

" RESPUESTA A LAS ALTAS FRECUENCIAS DE LOS AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO (FET)".

OBJETIVO:

Comprobar y visualizar el efecto de las capacitancias internas de los transistores de efecto de campo (FET) en la respuesta - a las altas frecuencias de los amplificadores.

EQUIPO Y MATERIAL NECESESARIO:

a).- Un generador de señales
b).- Un osciloscopio de doble canal
c).- Un multímetro/puntas de prueba
d).- Una fuente de poder
e).- Un circuito amplificador de una etapa con un transistor de efecto de campo (FET).

SUGERENCIA: De preferencia implemente el circuito del experimento que su instructor establesca para realizar la práctica ó algún otro que usted hubiese implementado y probado anteriormente.

PROCEDIMIENTOS GENERALES:

Los procedimiento de medición que utilizaremos en está práctica son los mismos que se describieron en la práctica No.6.

PROCEDIMIENTO No. 1

Procedimiento para la obtención experimental del gráfico de la respuesta a las altas frecuencias de un amplificador.

NOTA No.1: Consultar la práctica No. 6.

PROCEDIMIENTO No. 2

Procedimiento para encontrar experimentalmente la frecuencia superior de corte de un amplificador.

NOTA No.2: Consultar la práctica No. 6.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA

LABORATORIO DE ELECTRONICA III

PRACTICA No. 8

"LA RESPUESTA DE LOS AMPLIFICADORES SINTONIZADOS A LOS CAMBIOS DE LA FRECUENCIA ".

OBJETIVO:

a) Comprobar y visualizar el comportamiento de los amplificadores sintonizados con circuitos RLC con respecto a los cambios de frecuencia.

b) Diseñar, construir y comprobar experimentalmente — una inductancia.

EQUIPO Y MATERIAL NECESARIO.-

En esta práctica utilizará el mismo esquema de medición y por lo tanto el mismo equipo que en las prácticas anteriores donde se experimentó con la frecuencia.

Para la medición experimental del factor de calidad "Q" es necesario conseguir un puente de WHEASTONE para la medición de impedancias muy pequeñas.

El material que utilizará en esta práctica dependerá del circuito — sintonizado que implemente, es conveniente que use el mismo amplificador con un transistor bipolar que utilizó en las prácticas No.3 y No.6 y armarlo de acuerdo al experimento sugerido para tal circuito.

En lo referente al material que utilizará para construir su inductancia experimental, dependerá del valor de su inductancia, de la forma que tenga y del calibre del alambre magneto necesario. Al obtener - el diseño analítico aceptable usted visualizará fácilmente el material requerido.

PROCEDIMIENTOS GENERALES.-

PROCEDIMIENTOS No.1

Procedimiento para obtener experimentalmente la frecuencia de resonancia de un circuito RLC ó de un amplificador sintonizado.

PASO No. 1

Interconecte el equipo de medición con el circuito de prueba según - el diagrama de la figura No.1.

PASO No. 2

Ajuste el generador de señales para que le proporcione una señal sinusoidal de 1 KHz y la amplitud mínima.

Ajuste también el osciloscopio a un tiempo de barrido de 0.5 ó .2mseg. (TIME/DIV) y la sensibilidad de los dos canales (CONTROL VOLTS/DIV) de tal forma que la señal de entrada (CANAL A) ocupe 2 cuadros de pico a pico.

PASO No. 3

Realize un barrido de frecuencia en el generador a las bajas frecuencias y vea si aparece la forma de la señal en el canal B del osciloscopio, si no aparece, realize ahora el barrido hacia las altas fre—

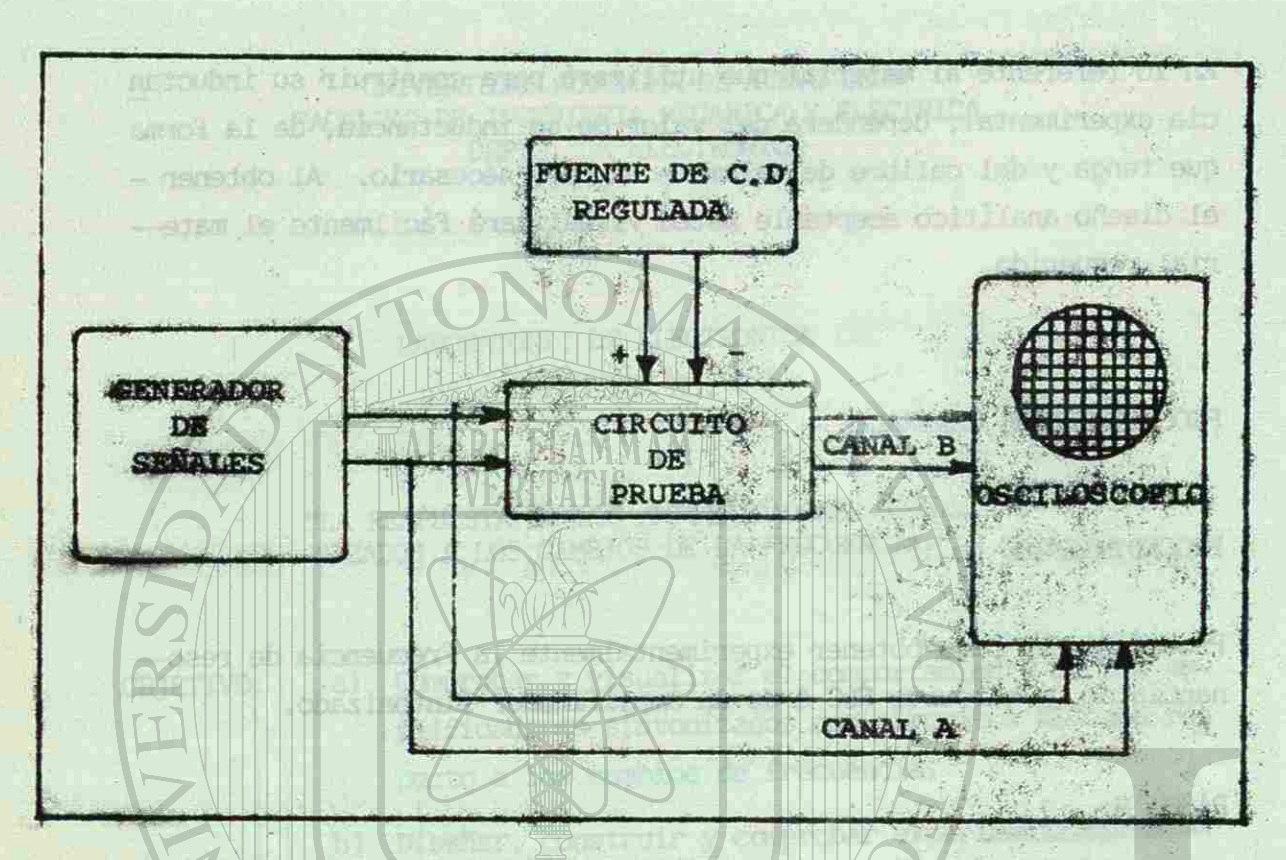


FIGURA No. 1 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE INTERCONEXIONES

cuencias hasta obtener la señal.

NOTA: Si la frecuencia de resonancia es muy alta, quizas nuesto equipo de medición no sea capaz de detectarlo, esto es debido a los bajos valores de inductancia y capacitancia ($Wo = \frac{1}{\sqrt{LC}}$) del circuito.

PASO No. 4

Una vez encontrada la zona donde se obtiene señal en la salida del circuito (canal B del osciloscopio), para encontrar la frecuencia de resonancia con mayor exactitud primeramente incremente la sensibilidad de tensión en el canal B del osciloscopio (control volts/div) (ZS) hasta que la señal ocupe 8 cuadros de pico a pico y desplaze o aterrize la señal del canal A para que solo quede en la pantalla la señal de salida.

Obtener la frecuencia de resonancia de una forma sencilla y rápida depende del factor de calidad Q del circuito ó amplificador bajo prueba.

a). METODO PARA CIRCUITOS DE BAJO Q.

En este metodo, debido á que el ancho de banda del circuito es muy amplio, será difícil obtener directamente la frecuencia de resonancia y lo más conveniente será obtener las frecuencias inferior y superior de corte y mediante la siguiente fórmula estimar la frecuencia de resonancia fo.

$$fo = \frac{fh + fL}{2}$$

Donde:

fo = frecuencia de resonancia
fh = frecuencia superior de corte
fL = frecuencia inferior de corte

b). METODO PARA CIRCUITOS DE ALTO Q.

En este metodo se tiene la limitante de tener un ancho de banda muy estrecho de tal manera que para un valor muy alto de Q, habrá solo una posición muy exacta en el control de frecuencia en la cual obtendrá señal en la sali-

da del circuito.

Este procedimiento por tanteo consiste en subir y bajar la frecuencia alrededor de la frecuencia de resonancia fo hasta ubicarse en el punto donde le proporcione la - máxima salida.

Una vez obtenida la frecuencia de resonancia fo por - cualquiera de los métodos descritos anteriormente mídala, así mismo tome las lecturas del nivel de tensión de la señal (AVm).

NOTA: La medición de frecuencia de resonancia resultará un tanto incorrecta si utiliza un generador - de funciones y toma fo de sus diales de frecuencia, esto es debido a su poca resolución.
Esto mismo sucedería con un generador de radio-- frecuencia, aunque con menor error.
El método más correcto para encontrar fo será -- utilizando el osciloscopio para medir el período de la señal (τ).

PASO No. 5

Una vez encontradas F_L y Fh calcule BW (ancho de banda) y el factor de calidad (Q) experimental del circuito.

NOTA: La exactitud del factor de calidad dependerá mucho de la exactitud de la medición de fo, f_L y - fh.
Si el circuito tiene un alto Q, estímelo aproximadamente.

PROCEDIMIENTO No. 2

Procedimiento para construir una inductancia experimental.

En este procedimiento analizaremos las formas más sim-- ples para construir una inductancia (L).

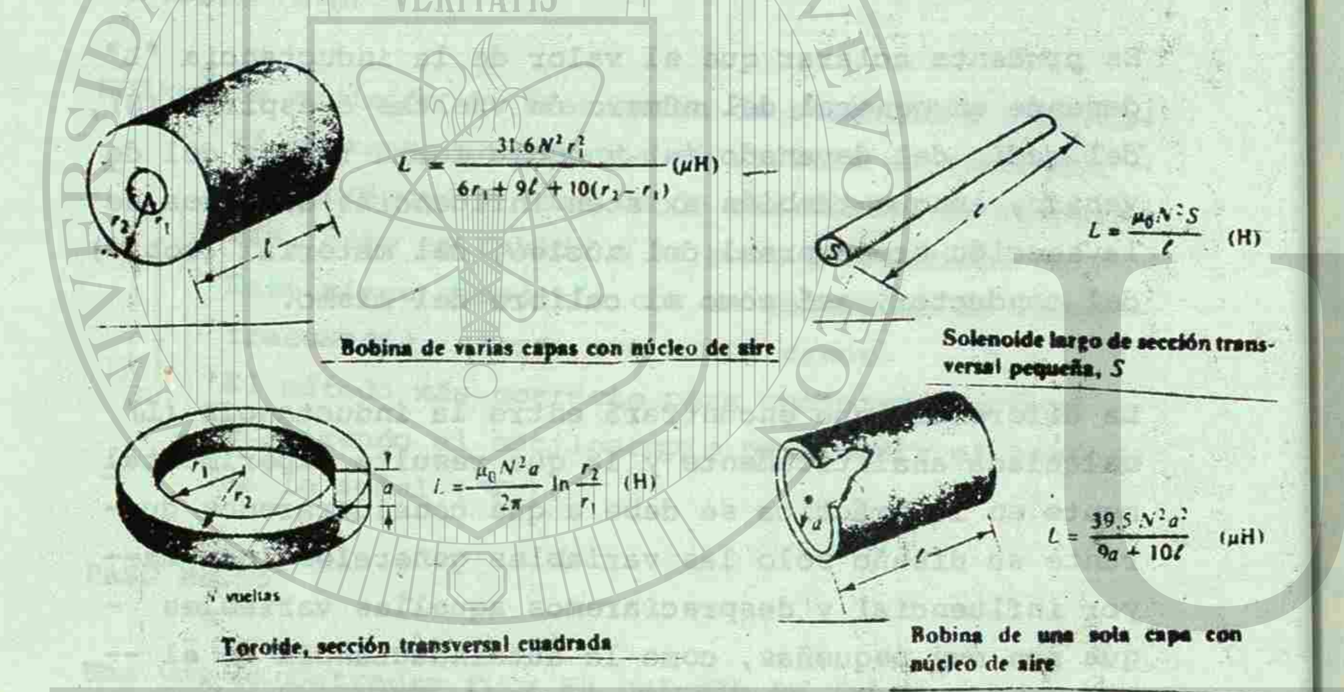
Es prudente aclarar que el valor de la inductancia "L" depende en general del número de vueltas ó espiras (N), del radio del devanado (a) y de la forma física del devanado, aunque también existen influencias del área de la sección transversal del núcleo, del material (cobre) del conductor, así como el calibre del mismo.

La diferencia que encontrará entre la inductancia (L) calculada analíticamente y la que resulte experimentalmente en la práctica se debe a que consideraremos du-- rante su diseño sólo las variables generales (con ma-- yor influencia) y despreciaremos aquellas variables - que son muy pequeñas, como la autoinductancia en el -- conductor, el comportamiento real magnético del mate-- rial del conductor así como las desviaciones del diseño que ocurran durante la construcción.

PASO No. 1

Seleccione alguna de las formas estandar de inductan-- cias como las que se muestran en la figura No. 2 con - sus respectivas fórmulas de diseño. Esto lo tiene que hacer tomando en consideración sus posibilidades para poder fabricar ó conseguir la forma del núcleo, si es

de aire, ó el núcleo mismo, si es de ferrita. Tome en cuenta que una forma que lleve núcleo de ferrita le -- proporciona valores de "L" (inductancia) grandes sin - aumentar considerablemente su tamaño físico (número de vueltas y diámetro del núcleo) debido esto al incremento del flujo magnético. En el diseño de una bobina -- con núcleo de aire para una inductancia grande existirá la desventaja de tener un número de vueltas grande y/ó un diámetro en el núcleo exageradamente grande.



PASO No. 2

Una vez que a tomado la decisión del cuál es el tipo de inductancia que desea fabricar, a partir de su fórmula

aproximada de diseño busque los valores de las variables independientes para obtener el valor de "L". Este cálculo tiene que hacerlo mediante el procedimiento de "prueba y error" ya que son muchas las variables independientes (según la forma) cuyos valores -- hay que encontrar. (N1, a, ℓ, r1, r2, S, etc).

Tome como referencia los siguientes ejemplos e implemente su propio procedimiento de acuerdo a la forma - de la inductancia:

Ejemplo No. 1.

La forma que se ha seleccionado es la más sencilla, - una inductancia simple (una sola capa) con núcleo de aire cuya fórmula de diseño es;

$$L = \frac{39.5\ N^2\ a^2}{9a + 10\ell} = MH$$

donde: N = número de vueltas de arrollamiento
a = radio del núcleo del arrollamiento
ℓ = longitud total del arrollamiento

Nota: Todos los valores de a y ℓ están dados en metros.

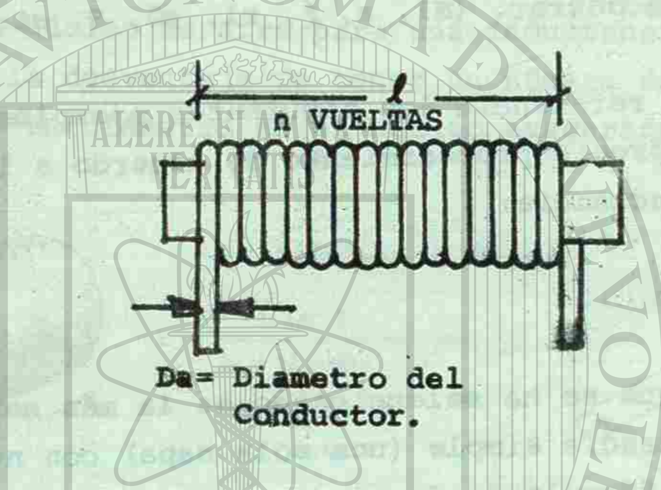
deseamos implementar una inductancia H = 25uH

$$H = 25 = \frac{39.5 N^2 a^2}{9a + 10\ell}$$

Puesto que la longitud total del debanado "L" depende del número de vueltas "N" y del calibre del alambre - magneto que se utilice, podemos iniciar escogiendo el alambre (calibre) y calcular a partir de un número de

vueltas supuesto, el valor de la longitud "L"

$$\ell = N\ (\text{diámetro del conductor})$$
$$\ell = N(Da)$$



Si escogemos un conductor del calibre 19 AWG. Podemos consultar algunas tablas de Fabricantes y obtener su - diámetro.

Diámetro del conductor calibre 19 = 0.001007 mts.

Si suponemos un número de vueltas de 50 N = 50

$$\ell = N(Da)$$
$$\ell = 50\ (0.001007) = 0.05035$$
$$\ell = 0.05035\ \text{mts.}$$

La longitud de la inductancia sería aproximadamente -- 0.5035 mts. ó 5.035 cms.

Ahora podemos dejar la fórmula de diseño en función de "a", el radio del núcleo puesto que N = 50, N^2 = 2500 y ℓ = 0.05035 mts.

$$H = 25 = \frac{39.5\ N^2 a^2}{9a + 10\ell}$$

$$25 = \frac{39.5\ (2500)\ a^2}{9a + 10\ (.05035)}$$

Nos queda una ecuación de segundo grado en función de "a"

$$39.5\ (2500)a^2 - 225a - 12.58 = 0$$
$$98.75\text{x}10^3 a^2 - 225a - 12.58 = 0$$

aplicando la fórmula general

$$A = 98.75 \times 10^3 \qquad B = -222.5 \qquad c = -12.58$$

$$a = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

$$a = \frac{225 \pm \sqrt{(225)^2 - 4(98.75\text{x}10^3)\ (-12.58)}}{2\ (98.75 \times 10^3)}$$

$$a = \frac{225 + 2240.5}{2\ (98.75\text{x}10^3)} = 0.01248\ \text{m}$$

$$a = 12.48\ \text{mm}$$

La inductancia diseñada para L = 25 μH con alambre calibre 19 AWG debe ser de 50 vueltas sobre un centro de -- 12.5 mm de radio aproximadamente

$$N = 50 \qquad \ell = 50\ (0.001007) = 0.05035\ \text{m}$$
$$a = 12.5\ \text{mm}$$

$$H = \frac{39.5(50)^2\ (12.5 \times 10^{-3})^2}{9\ (12.5\text{x}10^{-3}) + 10\ (0.05.35)}$$

$$H = 25.048 \qquad 25\ \mu H$$

EJEMPLO No. 2

Diseñaremos ahora una inductancia con el mismo valor que el anterior L = 25 µH, pero con la restricción de que solamente tenemos a la mano un centro de media -- pulgada de diámetro.

El radio del núcleo sería de 1/4 de pulgada,

$a = 0.00635$ m.

$$L = \frac{39.5^2 (0.00635)^2}{9(0.00635) + 10\ell} = 25$$

$$39.5N^2 (6.35 \times 10^{-3})^2 - 25(9)(6.35 \times 10^{-3}) - 250\ell = 0$$

$$1.59 \times 10^{-3} N^2 - 250\ell - 0.07875 = 0$$

Esta ecuación podemos tenerla en función de N (número - de vueltas). Tomando en cuenta el calibre del alambre podemos relacionar ya que, $\ell \approx$ Da N

Donde: Da = Diámetro del conductor del calibre que se seleccione.

Por lo tanto la ecuación de diseño nos queda:

$$1.59 \times 10^{-3} N^2 - 250 (DaN) - 0.07875 = 0$$

Si seleccionamos ahora un calibre de 15 AWG cuyo diámetro es de 1.82 mm

$$Da = 1.82 \times 10^{-3} \text{ m}$$

de tal manera que ahora la ecuación es una cuadrática en función de N

$$1.59 \times 10^{-3} N^2 - 250(1.82 \times 10^{-3}) N - 0.07875 = 0$$

$$1.59 \times 10^{-3} N^2 - 0.455N - 0.07875 = 0$$

aplicando la fórmula general donde:

$A = 1.592 \times 10^{-3}$ $B = -0.455$ $C = -0.07875$

$$N = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2a}$$

$$N = \frac{0.0455 + \sqrt{(0.455)^2 - 4(1.592 \times 10^{-3})(-0.787)}}{2(1.59 \times 10^{-3})}$$

$$N = \frac{0.455 + 0.455}{3.184 \times 10^{-3}} = 285.97 \approx 286$$

Debido a su elevado número de vueltas esta bobina resultará impráctica y su longitud sería,

$$\ell = DaN = (1.82 \times 10^{-3} \text{m})(286) = 0.52\text{m}$$

$$\ell = 52\text{cm}$$

En un segundo intento buscaremos algún objeto cilíndrico con mayor diámetro por ejemplo el doble, 1 pulgada.

La ecuación de diseño nos quedaría:

$$6.37 \times 10^{-3} N^2 - 285 - 250\, l = 0$$

$$6.37 \times 10^{-3} N2 - 250 (1.82 \times 10^{-3}) N - 2.85 = 0$$

$$6.37 \times 10^{-3} N^2 - 0.455 N - 2.85 = 0$$

$A = 6,37 \times 10^{-3}$ $B = 0.455$ $C = - 2.85$

$$N = \frac{0.455 \pm \sqrt{(0.455)^2 - 4(6.37 \times 10^{-3})(-2.85)}}{2(6.37 \times 10^{-3})}$$

$$N = \frac{0.455 + 0.5288}{2(6.37 \times 10^{-3})} = \frac{0.9839}{0.01274}$$

N = 77.3 vueltas aproximadamente

EJEMPLO No. 3

Cuanto más pequeño sea el diámetro del conductor del arrollamiento más grandes valores de inductancia se - pueden lograr sin incrementar mucho el tamaño físico.

Si escogemos calibre # 24 AWG

$Da \approx 0.584 \times 10^{-3}$ m

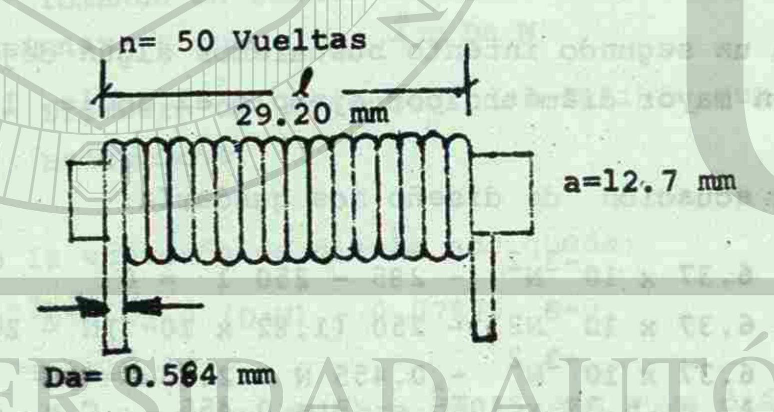
Si $N = 50$ $\quad \ell \approx (0.584 \times 10^{-3})\ 50 = 0.292$m

$\ell \approx 29.2 \times 10^{-3}$ M

Si $a \approx 1/2" = 12.7$ m m $= 127 \times 10^{-3}$m

$$H = \frac{39.5\ (2500)\ (12.7 \times 10^{-3})^2}{9\ (12.7 \times 10^{-3}) + 292 \times 10^{-3}} = 39.2$$

$L \approx 40$ H



EJEMPLO No. 4

Si ahora diseñamos la inductancia anterior utilizando la forma en la cual tenemos un núcleo de aire y varias ca-- pas de alambre magneto sobrepuestas, la fórmula de dise- ño es;

$$L = \frac{31.6 N^2 r_1^2}{6 r_1 + 9\ell + 10(r_2 - r_1)}$$

Donde: N = No. total de vueltas

r_1 = Radio del núcleo

r_2 = Radio exterior de - la bobina

ℓ = Longitud de la bobi na.

Si analizamos ligeramente la fórmula de diseño, encontra mos que tenemos más variables interdependientes:

"$(r_2 - r_1)$" Depende del número de capas y del ca- libre del alambre (diámetro del con-- ductor).

"ℓ" Depende del número de vueltas por ca- pa y del calibre del alambre.

"N" Depende del número de capas y del nú- mero de vueltas por capa.

Si establecemos las siguientes variables:

Nc = No. de capas de la bobina

Nvc = No. de vueltas por capa

Da = Diámetro del conductor

Podemos aproximar;

$\ell \approx$ (Nvc) (Da) = Nvc Da ;

$N \approx$ (Nvc) (Nc) = Nvc Nc , y

$(r_2 - r_1) \approx$ (Nc) (Da) = NcDa * nota # 1.

NOTA # 1:

Esta aproximación fué hecha en base a las siguientes dos consideraciones.

a) En cada capa el alambre se acomoda en la unión del cable de la capa anterior, lo cuál reducirá el valor de (r_2-r_1) a

$$(r_2-r_1) = Da + \frac{(N_c-1)\sqrt{3}}{2} Da$$

$$(r_2-r_1) = Da\left(1 + (Nc-1)\sqrt{\frac{3}{2}}\right)$$

$$(r_2-r_1) = Da\,(1 + 0.866\,(Nc-1))$$

Por ejemplo para una bobina de 4 capas de alambre calibre 19 AWG cuyo diámetro aproximado es:

$$Da = 1.007 \times 10^{-3}\ m,$$

Por lo tanto;

$$"(r_2-r_1)" = 1.007 \times 10^{-3} + \frac{3\sqrt{3}}{2}\,(1.007 \times 10^{-3})\ mm$$

$$"(r_2-r_1)" = 3.62 \times 10^{-3}\ m$$

b) Si tomamos en cuenta la capa de barniz dieléctrico con que está protegido el conductor de alambre magneto, incrementará el diámetro exterior.

El valor encontrado aplicando la fórmula sugerida $(r_2-r_1) = NcDa$ es mayor,

$$"(r_2-r_1)" = 4(1.007 \times 10^{-3}) = 4.028 \times 10^{-3}\ m$$

Pero esta diferencia la despreciaremos para compenzar la capa de barniz en el alambre - magneto.

La única variable que es totalmente independiente es "r_1" el radio del núcleo.

Con la finalidad de no obtener resultados imprácticos al trabajar con las variables interdependientes transformaremos la fórmula de diseño para dejarla en -- función de "r_1" a partir de un valor de inductancia - (L) deseado y de suponer las demás variables.

De la fórmula original:

$$L = \frac{31.6\,N^2 r_1^{\,2}}{6r_1 + 9\,\ell + 10\,(r_2-r_1)}$$

$$L\,(6r_1 + 9\,\ell + 10\,(r_2-r_1)) = 31.6N^2 r_1^{\,2}$$

$$31.6N^2 r_1^{\,2} - 6Lr_1 - L\left[9\ell + 10(r_2-r_1)\right] = 0$$

A partir de esta ecuación de diseño podemos aplicar la fórmula general para obtener el valor de r_1.

Si $A = 31.6N^2$, $B = -6L$ y $C = -L\left[9\ell + 10(r_2-r_1)\right]$

$$r_1 = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4Ac}}{2A}$$

$$r_1 = \frac{6L \pm \sqrt{36L^2 + 4(31.6)N^2\ L\ 9 + 10(r_2-r_1)}}{2\,(31.6)\,N^2}$$

$$r_1 = \frac{6L \pm \sqrt{36L^2 + 126.4N^2\ L\ \ 9 + 10(r_2-r_1)}}{63,3\ N^2}$$

Donde L está en uH, ℓ y $(r_2 r_1)$ en metros.

Si inicialmente seleccionamos el calibre del conductor tendremos su diámetro Da, después suponemos el número de vueltas por capa y el npumero de capas, estos su--- puestos nos proporcionarán una idea de las dimensiones físicas del arrollamiento.

Podemos calcular primero $N = Nvc\ Nc$, $\ell = NvcDa$ y $(r_2-r_1) = NcDa$, si por ejemplo pretendemos construir una inductancia L = 23 uH, con un alambre magneto calibre 24 AWG cuyo diámetro aproximado es $Da = 0.584 \times 10^{-3}$m.

Suponemos Nvc = 15 y Nc = 5 (15 vueltas por capa y 5 - capas sobrepuestas).

$$N = NvcNc = (15)\ (5) = 75$$

$$\therefore \quad N^2 = (75)^2 = 5625$$

$$\ell = NvcDa = (15)(0.584 \times 10^{-3} m) = 8.76 x10^{-3} m$$

$$(r_2-r_1 = NcDa = (5)(0.584x\ 10^{-3} m) = 2.92x10^{-3}\ m.$$

$$\therefore \quad N^2 = 5625\ ,\ \ell = 8.76x10^{-3} m \ \ y\ \ (r_2-r_1) = 2.92x10^{-3} m$$

Aplicando la fórmula de diseño en función de r_1.

$$r_1 \approx \frac{6L \pm \sqrt{36L^2 + 126.4N^2 L\,[9\ell + 10\ (r_2-r_1)]}}{63.2\ N^2}$$

$$r_1 \approx \frac{150 \mp \sqrt{36(25)^2 + (126.4)(5625)(25)(78.84x10^{-3} + 29.2x10^{-3})}}{63.2\ \ (5625)}$$

$$r_1 = 4.323 \times 10^{-3}\ m$$

Ahora comprobamos este valor de r_1 con la fórmula original.

$$L = \frac{31.6\ N^2\ r_1^{\ 2}}{9\ \ell + 6r_1 + 10(r_2-r_1)}$$

$$N^2 = 5625,\ r_1 = 4.323x10^{-3} m\ ,\quad = 8.76 \times 10^{-3} m\ ,$$

$$(r_1-r_1) = 2.92 \times 10^{-3}\ m$$

$$\therefore \quad L = \frac{(31.6)(5625)(4.323x10^{-3})^2}{(78.84x10^{-3} + 6(4.323x10^{-3}) + 29.2x10^{-3})}$$

$$L = 24.794 = 25\ uH$$

PROCEDIMIENTO No.3

Procedimiento experimental para obtener el valor aproximado de una - inductancia.

Este procedimiento se describe primero; ante la necesidad de que usted tenga que fabricar sus propias inductancias y pueda comprobar experimientalmente su valor real aproximado. Segundo; ante la ausencia de un dispositivo de medición especializado para este fín (medidor - de inductancias).

Esta medición se realizará con la intensión de obtener una idea de la magnitud de las desviaciones en el diseño.

Practicamente ud. implementará un circuito resonante LC formado por un capacitor y la inductancia desconocida.

Nota 1: Las mediciones más exactas se obtendrán si utiliza un capacitor "estandar" calibrado. En su defecto utilice un capacitor comun y corriente medido de preferencia con un medidor de capacitancias.

PASO No. 1

Implemente con el capacitor de valor conocido y la inductancia bajo - prueba el circuito resonante LC ó RLC de la figura No.3

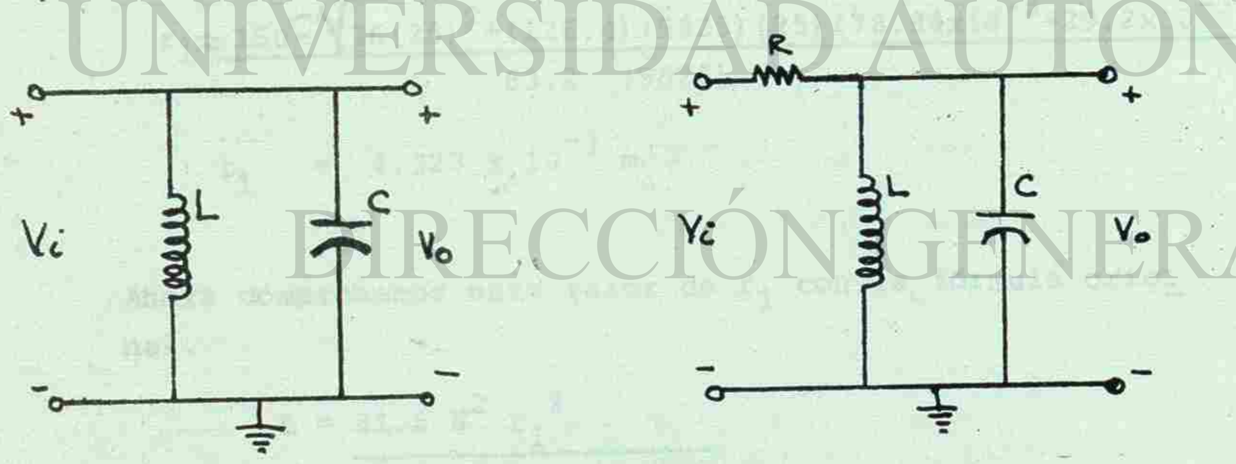


Figura No. 3 CIRCUITOS RESONANTES RLC.

Nota 2: a) Tome en consideración al escoger el capacitor, el posible rango de la inductancia, pues si ambos (capacitor e inductancia) tienen valores muy pequeños, la frecuencia de resonancia $W_o = \frac{1}{LC}$

Será muy elevada y por lo tanto tendrá mayor dificultad para la medición.

b) Una forma muy relativa de visualizar el posible rango - del valor de la inductancia es observando el arrollamiento; entre mayor sea el número de vueltas, mayor será la inductancia, cuánto mayor sea el diámetro del núcleo mayor será la inductancia, también la inductancia será - mayor si su núcleo es de ferrita y menor si es de aire.

PASO No.2

Aplique el procedimiento No.1 de esta práctica para obtener experimentalmente la frecuencia de resonancia Wo del circuito.

PASO No.3

Si la frecuencia de resonancia del circuito se encuentra en el rango de las altas frecuencias, aumente el valor del capacitor y aplique — de nuevo el paso No.2. Realice los pasos No.2 y No. 3 tantas veces - como se requiera hasta obtener una frecuencia de resonancia Wo relativamente baja y medible.

PASO No. 4

Una vez obtenida la frecuencia de resonancia Wo del circuito de prueba, calcule el valor de la inductancia L mediante la siguiente fórmula:

$$L = \frac{1}{Wo^2 C}$$

Donde: L está en Henrios
C en Fradios y
W en radiantes por segundo

PROCEDIMIENTO No. 4

Procedimiento experimental para obtener el factor de calidad de una inductancia conocida para una frecuencia determinada.

En este procedimiento se utilizará como dispositivo de medición básico un puente de WHEATSTONE para obtener la impedancia resistiva en serie de una inductancia conocida "L".

PASO No. 1

Utilizando un puente de WHEATSTONE mida la impedancia resistiva (r_c) de la inductancia bajo prueba (arpx. resistencia del equivalente serie de la inductancia). Esta impedancia será proporcional a las pérdidas de energía.

PASO No. 2

Una vez que a obtenido la resistencia equivalente, serie de la inductancia (r_c) calcule el factor de calidad de la inductancia para una frecuencia determinada mediante la siguiente fórmula;

$$Q_L = \frac{Wo\ L}{r_c}$$

Donde: r_c esta en ohms
w en radianes/segundo
L en henrios

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA
LABORATORIO DE ELECTRONICA III
PRACTICA No. 9

"AMPLIFICADORES RETROALIMENTADOS"

OBJETIVO: Analizar las características de un amplificador retroalimentado.

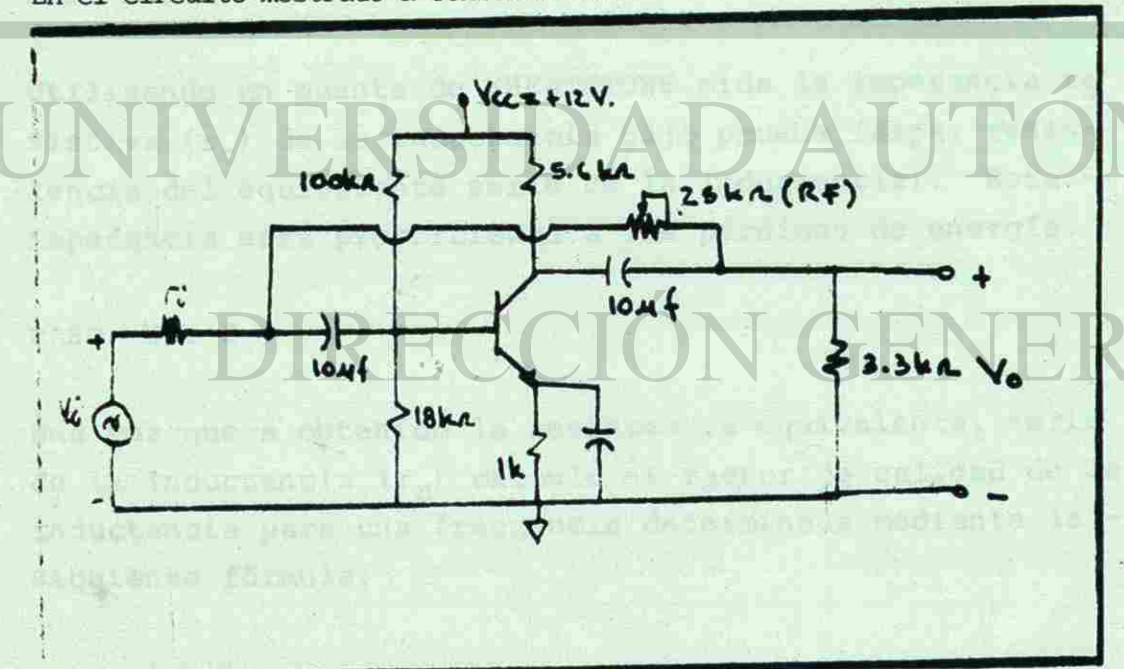
EQUIPO Y MATERIAL:

a) Generador de señales
b) Un multímetro con puntas de prueba
c) Un osciloscopio
d) Fuente de poder
e) Un circuito amplificador de una etapa usando un (BJT) transistor bipolar.
f) Un circuito amplificador de una etapa, usando un (C.I.) circuito integrado.

PROCEDIMIENTO:

Parte A: TRANSISTOR BIPOLAR

En el circuito mostrado a continuación



PASO 2

Conecte el circuito amplificador con el generador de señales, del osciloscopio y la fuente de poder según lo ha hecho en las prácticas anteriores (veg fig. 1 de la práctica No. 6).

PASO 3

Encienda el equipo, antes verifique que los controles de amplitud de voltaje de la fuente de poder y del oscilador se encuentren en posición mínima.

PASO 4

Ajuste el equipo, fuente de poder al valor dado en el circuito, oscilador a 1K y amplitud necesaria para tener un voltaje de salida sin distorción (asegúrese que el voltaje de "offset" sea cero 0.09) y osciloscopio a un tiempo de barrido de 5ms/div., tipo de entrada en DC y una escala de 2 volts/div.

PASO 5

Mida el voltaje de entrada y de salida.

Vi = ______________ Vo = ____________ a f = 1K

PASO 6

Varíe la frecuencia del oscilador y lea los valores de Vi y Vo de manera que comlete la tabla No.1 (sin RF).

PASO 7

Coloque la resistencia variable de retroalimentación (RF) como se muestra en el diagrama esquemático.

PASO 8

Varíe la resistencia RF y observe que sucede con el voltaje de salida.

PASO 9

Varíe la frecuencia del oscilador y lea los valores de Vi y Vo de manera que complete la tabla No. 1 (con RF).

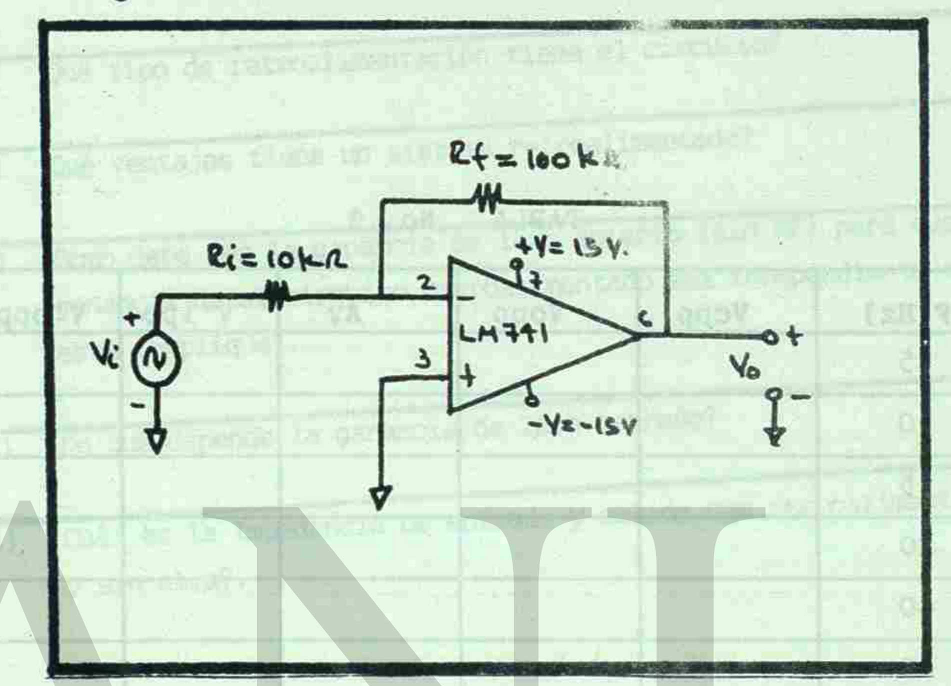
TABLA No. 1

F(Hz)	Vcpp	Vopp	Av	V'ipp	V'opp	AVf
5						
10						
15						
20						
40						
80						
100						
500						
1K.						
5K.						
10K						
50K						
100K						
250K						
500K						
1M						
Sin Rf				Con Rf		

PARTE B: CIRCUITO INTEGRADO

PASO 10

Arme el siguiente circuito, si tiene alguna duda pregunte al instructor.



NOTA: Fuente de poder Dual

PASO 12

Llene la tabla No. 2 dada a continuación repitiendo los pasos 2 al 9.

TABLA No. 1

F(Hz)	Vcpp	Vopp	Av	V'ipp	V'opp	AVf
5						
10						
15						
20						
40						
80						
100						
500						
1K.						
5K.						
10K						
50K						
100K						
250K						
500K						
1M						
	Sin Rf			Con Rf		

CUESTIONARIO

1) Qué circuito considera más simple?

2) Qué tipo de retroalimentación tiene el circuito?

3) Qué ventajas tiene un sistema retroalimentado?

4) Como debe ser la ganancia de lazo abierto (sin Rf) para que la ganancia de el circuito retroalimentado sea independiente de - esta (explique).

5) De qué depende la ganancia de lazo cerrado?

6) Cuál es la Impedancia de entrada y salida con retroalimentación y sin ella?.

TABLA No. 1

F(Hz)	Vcpp	Vopp	Av	V'ipp	V'opp	AVf
5						
10						
15						
20						
40						
80						
100						
500						
1K.						
5K.						
10K						
50K						
100K						
250K						
500K						
1M						
	Sin Rf			Con Rf		

CUESTIONARIO

1) Qué circuito considera más simple?

2) Qué tipo de retroalimentación tiene el circuito?

3) Qué ventajas tiene un sistema retroalimentado?

4) Como debe ser la ganancia de lazo abierto (sin Rf) para que la ganancia de el circuito retroalimentado sea independiente de - esta (explique).

5) De qué depende la ganancia de lazo cerrado?

6) Cuál es la Impedancia de entrada y salida con retroalimentación y sin ella?.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA
PRACTICA No. 9

REPORTE

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA
LABORATORIO DE ELECTRONICA III
PRACTICA No. 10

OSCILADORES

OBJETIVO: Construir un generador de onda sinusoidal con parámentros específicos.

EQUIPO Y MATERIAL:

1) Osciloscopio
2) Multímetro con puntas de prueba
3) Fuente de poder
4) Circuito oscilador con BJT
5) Circuito oscilador con CI

PROCEDIMIENTO:

PARTE A: OSCILADOR CON B.J.T.

Ecuaciones de Diseño

$$fo = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6+4K}}$$

Donde $K = Rc/R$

PASO 1

Arme el circuito mostrado a continuación en la figura No. 1.

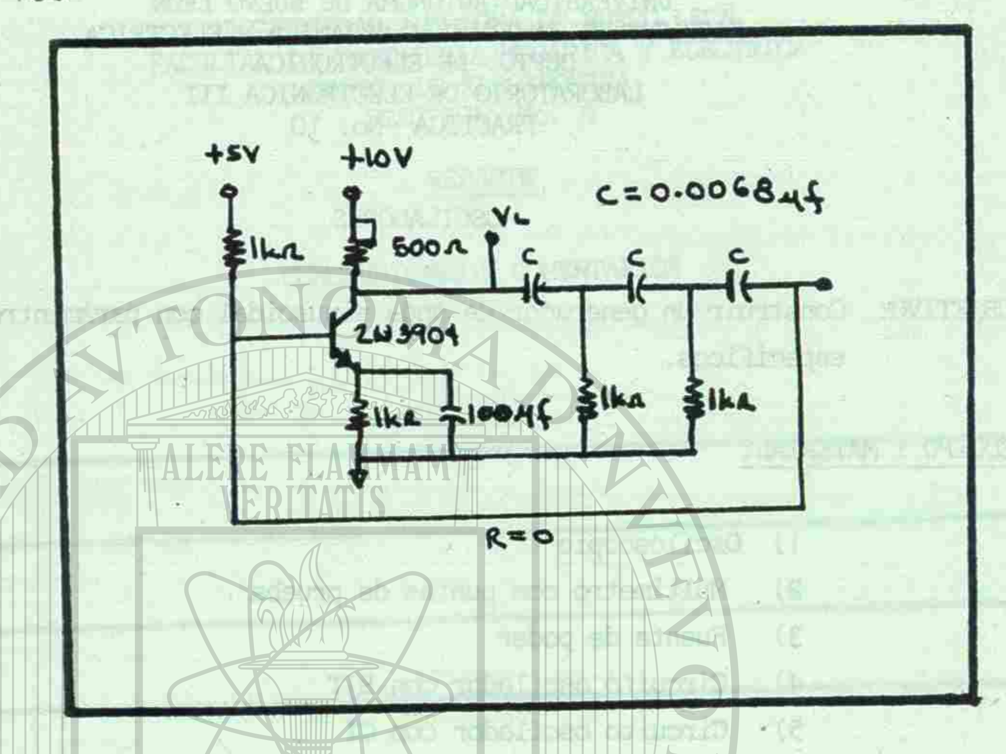


Fig. No. 1 OSCILADOR CON BJT

PASO 2

Verifique las conexiones y conecte el equipo según se indica abajo:

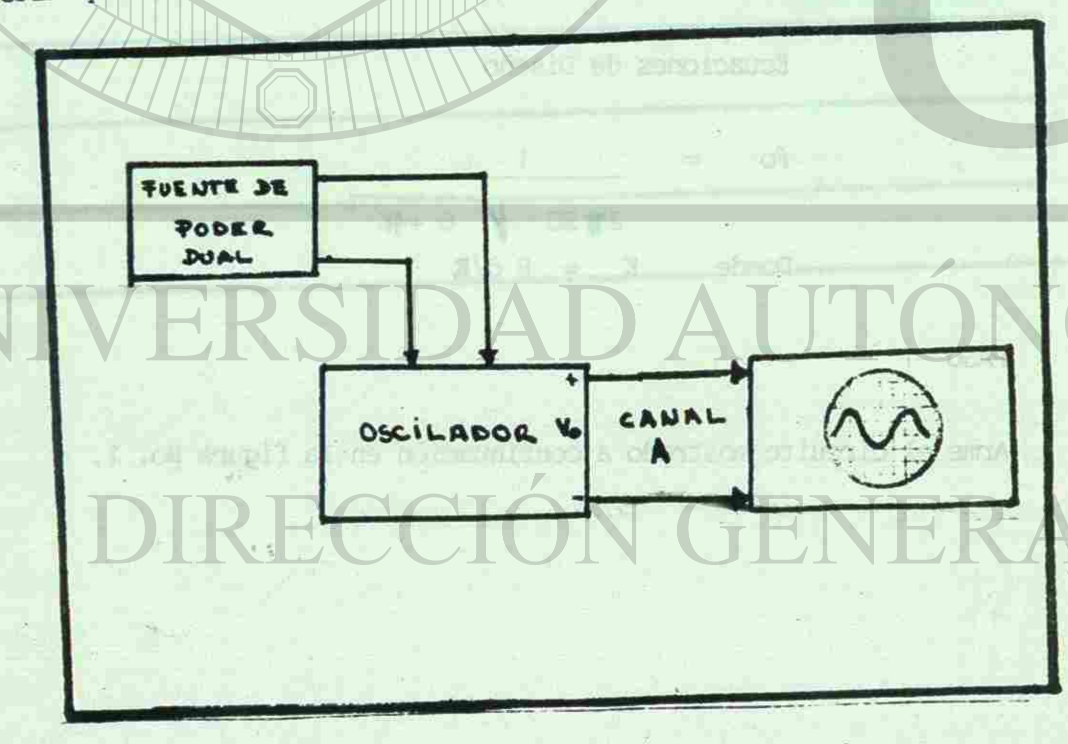


Diagrama esquemático de Interconexiones

PASO 3

Encienda el equipo. antes verifique que los controles de amplitud de voltaje de la fuente y del osciloscopio se encuentran en posición — mínima.

PASO 4

Ajuste la fuente de poder al valor dado en el circuito, osciloscopio a un tiempo de barrido de 1ms/div, tiempo de entrada en DC y una escala de 1 volt/div.

PASO 5

Lea la amplitud y frecuencia de salida

Fo = ____________; Vo = ____________

PARTE B: OSCILADOR A C.I.

Ecuaciones de Diseño:

$$F_o = \left[\frac{1}{2\pi RC} \right] \quad \text{para} \quad A = 2$$

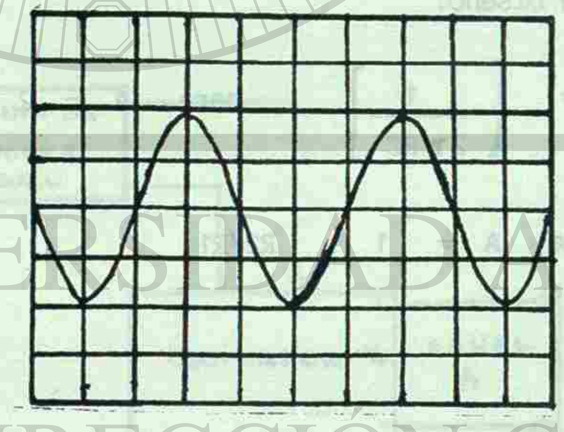
donde $A = 1 + R2/R1$

PASO 6

Arme el siguiente circuito, si tiene alguna duda pregunte al instructor.

PASO 7

Encienda el equipo y ajuste R2 para obtener un valor de A = 2, esto se presentará cuando el circuito presenta la oscilación como se muestra abajo.



PASO 8

Lea la frecuencia y amplitud del voltaje de salida.

Fo = ___________; Vo = ___________

C U E S T I O N A R I O

1) Cuáles son las condiciones requeridas para oscilación

____

2) Mencione los tipos de osciladores que hay y su aplicación típica.

____

3) Qué circuito es más práctico de los vistos en esta práctica

____

4) Qué tipo de osciladores son los usados en la práctica.

____

5) Sabe que es un V.C.O.

____

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DEPTO. DE ELECTRONICA
PRACTICA NO. 10

REPORTE

TYPES 2N3903, 2N3904, A5T3903, A5T3904 N-P-N SILICON TRANSISTORS

BULLETIN NO. DL-S 7311576, NOVEMBER 1971—REVISED MARCH 1973

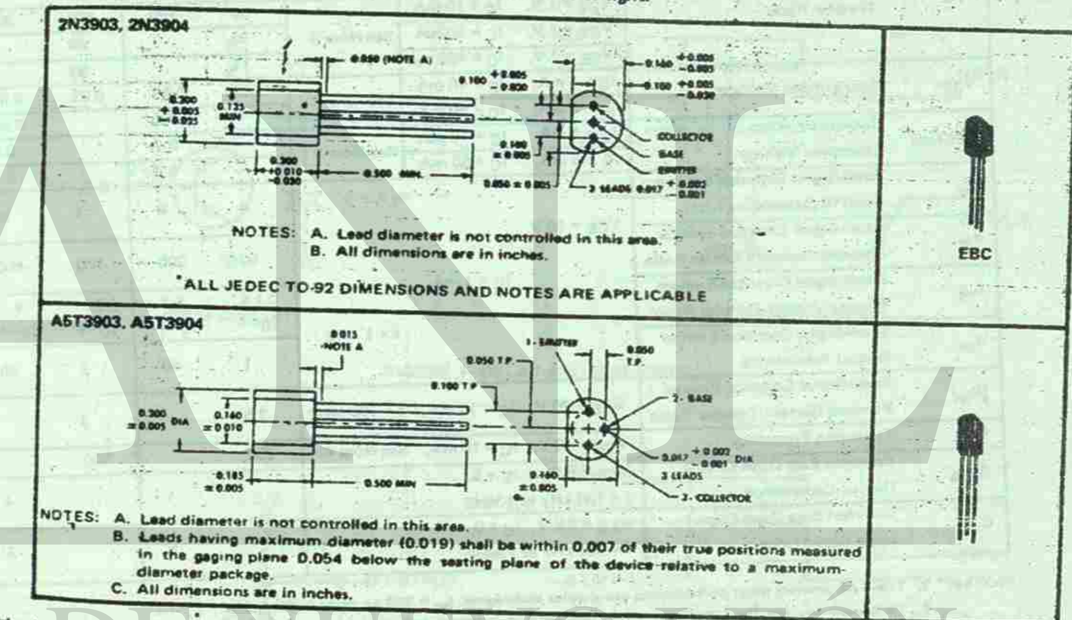
SILECT† TRANSISTORS‡

FOR GENERAL PURPOSE SATURATED-SWITCHING AND AMPLIFIER APPLICATIONS

- For Complementary Use with P-N-P Types 2N3905, 2N3906, A5T3905, and A5T3906
- Rugged One-Piece Construction with In-Line Leads or Standard TO-18 100-mil Pin-Circle Configuration

mechanical data

These transistors are encapsulated in a plastic compound specifically designed for this purpose, using a highly mechanized process developed by Texas Instruments. The case will withstand soldering temperatures without deformation. These devices exhibit stable characteristics under high-humidity conditions and are capable of meeting MIL-STD-202C, Method 106B. The transistors are insensitive to light.



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Collector-Base Voltage	60 V*
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	40 V*
Emitter-Base Voltage	6 V*
Continuous Collector Current	200 mA*
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)	625 mW§ 310 mW*
Storage Temperature Range	−65°C to 150°C§ −55°C to 135°C*
Lead Temperature 1/16 Inch from Case for 60 Seconds	260°C§ 230°C*

TYPES 2N3903, 2N3904, A5T3903, A5T3904
N-P-N SILICON TRANSISTORS

*electrical characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS			2N3903, A5T3903 MIN	2N3903, A5T3903 MAX	2N3904, A5T3904 MIN	2N3904, A5T3904 MAX	UNIT
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\ \mu A$,	$I_E = 0$		60		60		V
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1\ mA$,	$I_B = 0$,	See Note 3	40		40		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\ \mu A$,	$I_C = 0$		6		6		V
I_{CEV}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\ V$,	$V_{BE} = -3\ V$			50		50	nA
I_{BEV}	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\ V$,	$V_{BE} = -3\ V$			−50		−50	nA
h_{FE}	Static Forward Current Transfer Ratio	$V_{CE} = 1\ V$,	$I_C = 100\ \mu A$		20		40		
		$V_{CE} = 1\ V$,	$I_C = 1\ mA$		35		70		
		$V_{CE} = 1\ V$,	$I_C = 10\ mA$	See Note 3	50	150	100	300	
		$V_{CE} = 1\ V$,	$I_C = 50\ mA$		30		60		
		$V_{CE} = 1\ V$,	$I_C = 100\ mA$		15		30		
V_{BE}	Base-Emitter Voltage	$I_B = 1\ mA$,	$I_C = 10\ mA$	See Note 3	0.65	0.85	0.65	0.85	V
		$I_B = 5\ mA$,	$I_C = 50\ mA$			0.95		0.95	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_B = 1\ mA$,	$I_C = 10\ mA$	See Note 3		0.2		0.2	V
		$I_B = 5\ mA$,	$I_C = 50\ mA$			0.3		0.3	
h_{ie}	Small-Signal Common-Emitter Input Impedance	$V_{CE} = 10\ V$,	$I_C = 1\ mA$,	$f = 1\ kHz$	1	8	1	10	kΩ
h_{fe}	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio				50	200	100	400	
h_{re}	Small-Signal Common-Emitter Reverse Voltage Transfer Ratio				0.1×10^{-4}	5×10^{-4}	0.5×10^{-4}	8×10^{-4}	
h_{oe}	Small-Signal Common-Emitter Output Admittance				1	40	1	40	µmho
$\|h_{fe}\|$	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio	$V_{CE} = 20\ V$,	$I_C = 10\ mA$,	$f = 100\ MHz$	2.5		3		
f_T	Transition Frequency	$V_{CE} = 20\ V$,	$I_C = 10\ mA$,	See Note 4	250		300		MHz
C_{obo}	Common-Base Open-Circuit Output Capacitance	$V_{CB} = 5\ V$,	$I_E = 0$,	$f = 100\ kHz$ to $1\ MHz$		4		4	pF
C_{ibo}	Common-Base Open-Circuit Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\ V$,	$I_C = 0$,	$f = 100\ kHz$ to $1\ MHz$		8		8	pF

NOTES: 3. These parameters must be measured using pulse techniques. $t_w = 300\ \mu s$, duty cycle $\leq 2\%$.
4. To obtain f_T, the $|h_{fe}|$ response with frequency is extrapolated at the rate of −6 dB per octave from f = 100 MHz to the frequency at which $|h_{fe}| = 1$.

*operating characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS	2N3903 A5T3903 MIN	2N3903 A5T3903 MAX	2N3904 A5T3904 MIN	2N3904 A5T3904 MAX	UNIT
$\overline{NF}$	Average Noise Figure	$V_{CE} = 5\ V$, $I_C = 100\ \mu A$, $R_G = 1\ k\Omega$, Noise Bandwidth = 15.7 kHz, See Note 5		6		5	dB

NOTE 5: Average Noise Figure is measured in an amplifier with response down 3 dB at 10 Hz and 10 kHz and a high-frequency rolloff of 6 dB/octave.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3903 and 2N3904 only.

TYPES 2N3903, 2N3904, A5T3903, A5T3904
N-P-N SILICON TRANSISTORS

*switching characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS†			2N3903 A5T3903 MAX	2N3904 A5T3904 MAX	UNIT
t_d	Delay Time	$I_C = 10\ mA$,	$I_{B(1)} = 1\ mA$,	$V_{BE(off)} = -0.5\ V$,	35	35	ns
t_r	Rise Time	$R_L = 275\ \Omega$,		See Figure 1	35	35	ns
t_s	Storage Time	$I_C = 10\ mA$,	$I_{B(1)} = 1\ mA$,	$I_{B(2)} = -1\ mA$,	175	200	ns
t_f	Fall Time	$R_L = 275\ \Omega$,		See Figure 2	50	50	ns

†Voltage and current values shown are nominal; exact values vary slightly with transistor parameters. Nominal base current for delay and rise times is calculated using the minimum value of V_{BE}. Nominal base currents for storage and fall times are calculated using the maximum value of V_{BE}.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3903 and 2N3904 only.

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

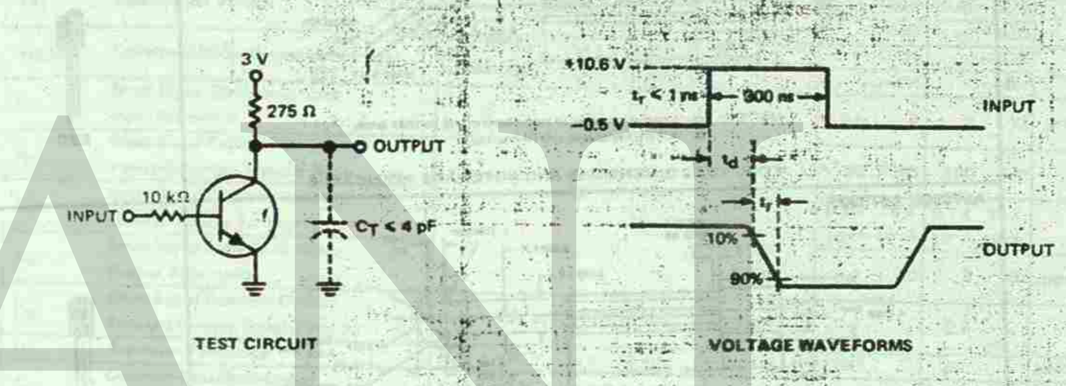


FIGURE 1—DELAY AND RISE TIMES

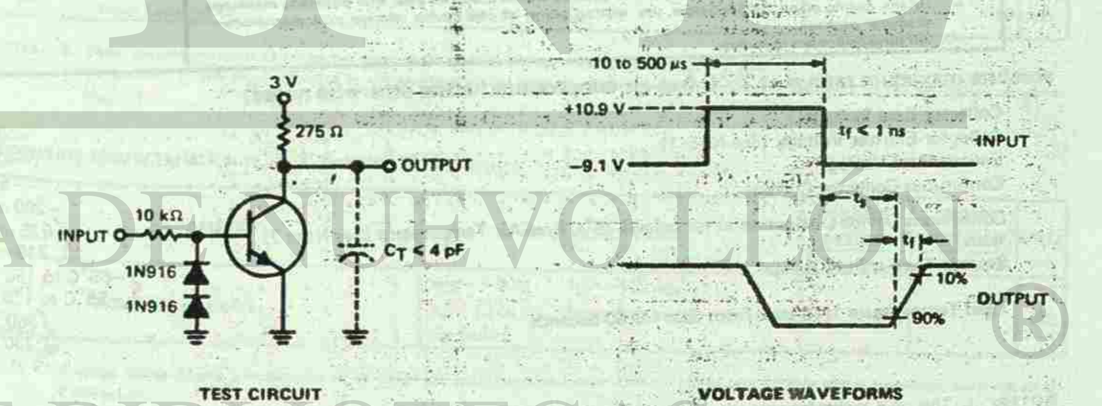


FIGURE 2—STORAGE AND FALL TIMES

NOTES: a. The input waveforms are supplied by a generator with the following characteristics: $Z_{out} = 50\ \Omega$, duty cycle = 2%.
b. Waveforms are monitored on an oscilloscope with the following characteristics: $t_r \leq 1$ ns, $R_{in} = 10\ M\Omega$, $C_{in} \leq 4$ pF.

BULLETIN NO. DL-S 7311577, NOVEMBER 1971–REVISED MARCH 1973

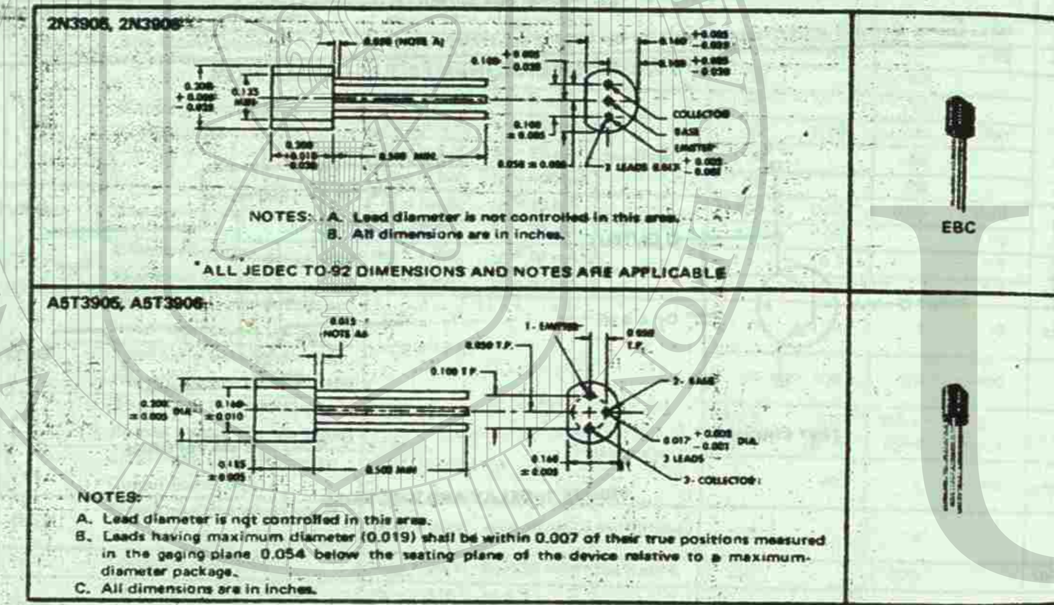
SILECT† TRANSISTORS‡

FOR GENERAL PURPOSE SATURATED-SWITCHING AND AMPLIFIER APPLICATIONS

- For Complementary Use with N-P-N Types 2N3903, 2N3904, A5T3903, and A5T3904
- Rugged One-Piece Construction with In-Line Leads or Standard TO-18 100-mil Pin-Circle Configuration

mechanical data

These transistors are encapsulated in a plastic compound specifically designed for this purpose, using a highly mechanized process developed by Texas Instruments. The case will withstand soldering temperatures without deformation. These devices exhibit stable characteristics under high-humidity conditions and are capable of meeting MIL-STD-202C, Method 106B. The transistors are insensitive to light.



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Collector-Base Voltage	−40 V*
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	−40 V*
Emitter-Base Voltage	−5 V*
Continuous Collector Current	−200 mA*
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)	625 mW§ 310 mW*
Storage Temperature Range	−65°C to 150°C§ −55°C to 135°C*
Lead Temperature 1/16 Inch from Case for 60 Seconds	260°C§ 230°C*

NOTES: 1. This value applies between 10 μA and 200 mA collector current when the base-emitter diode is open-circuited.
2. Derate the 625-mW rating linearly to 150°C free-air temperature at the rate of 5 mW/°C. Derate the 310-mW (JEDEC registered) rating linearly to 135°C free-air temperature at the rate of 2.81 mW/°C.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3905 and 2N3906 only. This data sheet contains all applicable registered data in effect at the time of publication.

†Trademark of Texas Instruments

‡U.S. Patent No. 3,439,238

§Texas Instruments guarantees these values in addition to the JEDEC registered values which are also shown.

USES CHIP P15

*electrical characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS		2N3905 A5T3905 MIN	2N3905 A5T3905 MAX	2N3906 A5T3906 MIN	2N3906 A5T3906 MAX	UNIT
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = -10\ \mu A$, $I_E = 0$		−40		−40		V
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = -1$ mA, $I_B = 0$,	See Note 3	−40		−40		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = -10\ \mu A$, $I_C = 0$		−5		−5		V
I_{CEV}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = -30$ V, $V_{BE} = 3$ V			−50		−50	nA
I_{BEV}	Base Cutoff Current	$V_{CE} = -30$ V, $V_{BE} = 3$ V			50		50	nA
h_{FE}	Static Forward Current Transfer Ratio	$V_{CE} = -1$ V, $I_C = -100\ \mu A$		30		60		
		$V_{CE} = -1$ V, $I_C = -1$ mA		40		80		
		$V_{CE} = -1$ V, $I_C = -10$ mA	See Note 3	50	150	100	300	
		$V_{CE} = -1$ V, $I_C = -50$ mA		30		60		
		$V_{CE} = -1$ V, $I_C = -100$ mA		15		30		
V_{BE}	Base-Emitter Voltage	$I_B = -1$ mA, $I_C = -10$ mA	See Note 3	−0.65	−0.85	−0.65	−0.85	V
		$I_B = -5$ mA, $I_C = -50$ mA			−0.95		−0.95	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_B = -1$ mA, $I_C = -10$ mA	See Note 3		−0.25		−0.25	V
		$I_B = -5$ mA, $I_C = -50$ mA			−0.4		−0.4	
h_{ie}	Small-Signal Common-Emitter Input Impedance	$V_{CE} = -10$ V, $I_C = -1$ mA,	f = 1 kHz	0.5	8	2	12	kΩ
h_{fe}	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio			50	200	100	400	
h_{re}	Small-Signal Common-Emitter Reverse Voltage Transfer Ratio			0.1×10^{-4}	5×10^{-4}	0.1×10^{-4}	10×10^{-4}	
h_{oe}	Small-Signal Common-Emitter Output Admittance			1	40	3	60	μmho
$\lvert h_{fe} \rvert$	Small-Signal Common-Emitter Forward Current Transfer Ratio	$V_{CE} = -20$ V, $I_C = -10$ mA,	f = 100 MHz	2		2.5		
f_T	Transition Frequency	$V_{CE} = -20$ V, $I_C = -10$ mA,	See Note 4	200		250		MHz
C_{obo}	Common-Base Open-Circuit Output Capacitance	$V_{CB} = -5$ V, $I_E = 0$, f = 100 kHz to 1 MHz			4.5		4.5	pF
C_{ibo}	Common-Base Open-Circuit Input Capacitance	$V_{EB} = -0.5$ V, $I_C = 0$, f = 100 kHz to 1 MHz			10		10	pF

NOTES: 3. These parameters must be measured using pulse techniques. $t_w = 300\ \mu s$, duty cycle ≤ 2%.
4. To obtain f_T, the $\lvert h_{fe} \rvert$ response is extrapolated at the rate of −6 dB per octave from f = 100 MHz to the frequency at which $\lvert h_{fe} \rvert = 1$.

*operating characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS	2N3905 A5T3905 MIN	2N3905 A5T3905 MAX	2N3906 A5T3906 MIN	2N3906 A5T3906 MAX	UNIT
NF	Average Noise Figure	$V_{CE} = -5$ V, $I_C = -100\ \mu A$, $R_G = 1$ kΩ, Noise Bandwidth = 15.7 kHz, See Note 5		5		4	dB

NOTE 5: Average Noise Figure is measured in an amplifier with response down 3 dB at 10 Hz and 10 kHz and a high-frequency rolloff of 6 dB/octave.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3905 and 2N3906 only.

TYPES 2N3905, 2N3906, A5T3905, A5T3906
P-N-P SILICON TRANSISTORS

*switching characteristics at 25°C free-air temperature:

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		2N3905 A5T3905 MAX	2N3906 A5T3906 MAX	UNIT
t_d	Delay Time	$I_C = -10$ mA, $I_{B(1)} = -1$ mA, $V_{BE(off)} = 0.5$ V,		35	35	ns
t_r	Rise Time	$R_L = 275\ \Omega$,	See Figure 1	35	35	ns
t_s	Storage Time	$I_C = -10$ mA, $I_{B(1)} = -1$ mA, $I_{B(2)} = 1$ mA,		200	225	ns
t_f	Fall Time	$R_L = 275\ \Omega$,	See Figure 2	60	75	ns

†Voltage and current values shown are nominal; exact values vary slightly with transistor parameters. Nominal base current for delay and rise times is calculated using the minimum value of V_{BE}. Nominal base currents for storage and fall times are calculated using the maximum value of V_{BE}.

*The asterisk identifies JEDEC registered data for the 2N3905 and 2N3906 only.

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

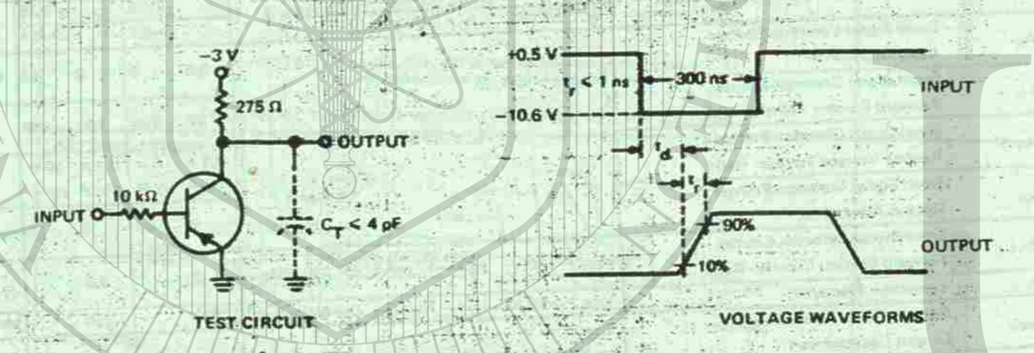


FIGURE 1—DELAY AND RISE TIMES

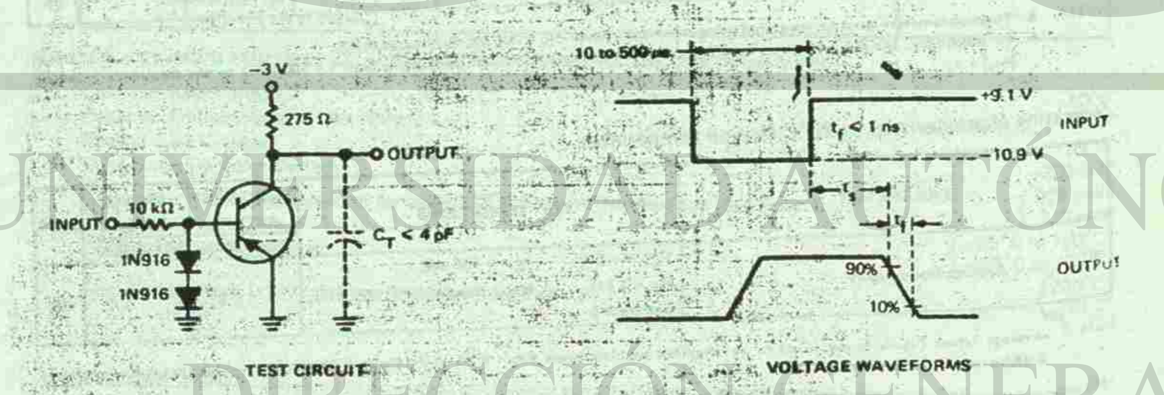


FIGURE 2—STORAGE AND FALL TIMES

NOTES: a. The input waveforms are supplied by a generator with the following characteristics: $Z_{out} = 50\ \Omega$, duty cycle = 2%.
b. Waveforms are monitored on an oscilloscope with the following characteristics: $t_r \le 1$ ns, $R_{in} \ge 10$ MΩ, $C_{in} \le 4$ pF

TYPES 2N5949 THRU 2N5953
N-CHANNEL SILICON JUNCTION FIELD-EFFECT TRANSISTORS

BULLETIN NO. DL-S 7011338, APRIL 1970

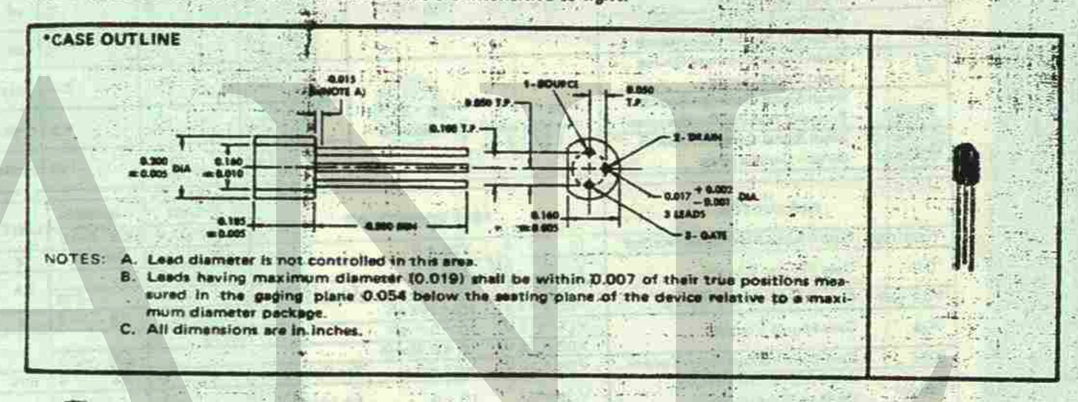
SILECT† FIELD-EFFECT TRANSISTORS‡

- Narrow I_{DSS} and $V_{GS(off)}$ Ranges
- For Low-Noise Audio-Frequency Amplifier Applications
- For RF Amplifier Applications Thru 100 MHz
- Low $r_{ds(on)}$ for Chopper and Switching Applications

mechanical data

These transistors are encapsulated in a plastic compound specifically designed for this purpose, using a highly mechanized process developed by Texas Instruments. The case will withstand soldering temperatures without deformation. These devices exhibit stable characteristics under high-humidity conditions and are capable of meeting MIL-STD-202C Method 106B. The transistors are insensitive to light.

*CASE OUTLINE



NOTES: A. Lead diameter is not controlled in this area.
B. Leads having maximum diameter (0.019) shall be within 0.007 of their true positions measured in the gaging plane 0.054 below the seating plane of the device relative to a maximum diameter package.
C. All dimensions are in inches.

*absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Drain-Gate Voltage	30 V
Reverse Gate-Source Voltage	−30 V
Continuous Forward Gate Current	10 mA
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 1)	360 mW
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Lead Temperature (See Note 2)	500 mW
Storage Temperature Range	−65°C to 150°C
Lead Temperature 1/16 Inch from Case for 10 Seconds	260°C

NOTES: 1. Derate linearly to 150°C free-air temperature at the rate of 2.88 mW/°C.
2. Derate linearly to 150°C lead temperature at the rate of 4 mW/°C. Lead temperature is measured on the gate lead 1/16 inch from the case.

*JEDEC registered data. This data sheet contains all applicable registered data in effect at the time of publication.
†Trademark of Texas Instruments.
‡U. S. Patent No. 3,439,238

TYPES 2N5949 THRU 2N5953
N-CHANNEL SILICON JUNCTION FIELD-EFFECT TRANSISTORS

*electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		2N5949 MIN	2N5949 MAX	2N5950 MIN	2N5950 MAX	2N5951 MIN	2N5951 MAX	UNIT
$V_{(BR)GSS}$	Gate-Source Breakdown Voltage	$I_G = -1\ \mu A$,	$V_{DS} = 0$	−30		−30		−30		V
I_{GSS}	Gate Reverse Current	$V_{GS} = -15$ V,	$V_{DS} = 0$		−1		−1		−1	nA
		$V_{GS} = -15$ V, $T_A = 100°C$	$V_{DS} = 0$,		−200		−200		−200	nA
$V_{GS(off)}$	Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 100$ nA	−3	−7	−2.5	−6	−2	−5	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 1.2$ mA	−2.25	−6					V
		$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 1$ mA			−1.8	−5			V
		$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 0.7$ mA					−1.3	−4.5	V
I_{DSS}	Zero-Gate-Voltage Drain Current	$V_{DS} = 15$ V, See Note 3	$V_{GS} = 0$,	12	18	10	15	7	13	mA
$r_{ds(on)}$	Small-Signal Drain-Source On-State Resistance	$V_{GS} = 0$, $f = 1$ kHz	$I_D = 0$,		200		210		250	Ω
$\|y_{fs}\|$	Small-Signal Common-Source Forward Transfer Admittance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 1$ kHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4	3.5	7.5	3.5	7.5	3.5	6.5	mmho
$\|y_{os}\|$	Small-Signal Common-Source Output Admittance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 1$ kHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4		75		75		75	μmho
C_{iss}	Common-Source Short-Circuit Input Capacitance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 1$ MHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4		6		6		6	pF
C_{rss}	Common-Source Short-Circuit Reverse Transfer Capacitance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 1$ MHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4		2		2		2	pF
g_{is}	Small-Signal Common-Source Input Conductance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 100$ MHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4		250		250		250	μmho
g_{fs}	Small-Signal Common-Source Forward Transfer Conductance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 100$ MHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4	3	7.5	3	7.5	3	6.5	mmho
g_{os}	Small-Signal Common-Source Output Conductance	$V_{DS} = 15$ V, $f = 100$ MHz,	$V_{GS} = 0$, See Note 4		150		125		100	μmho

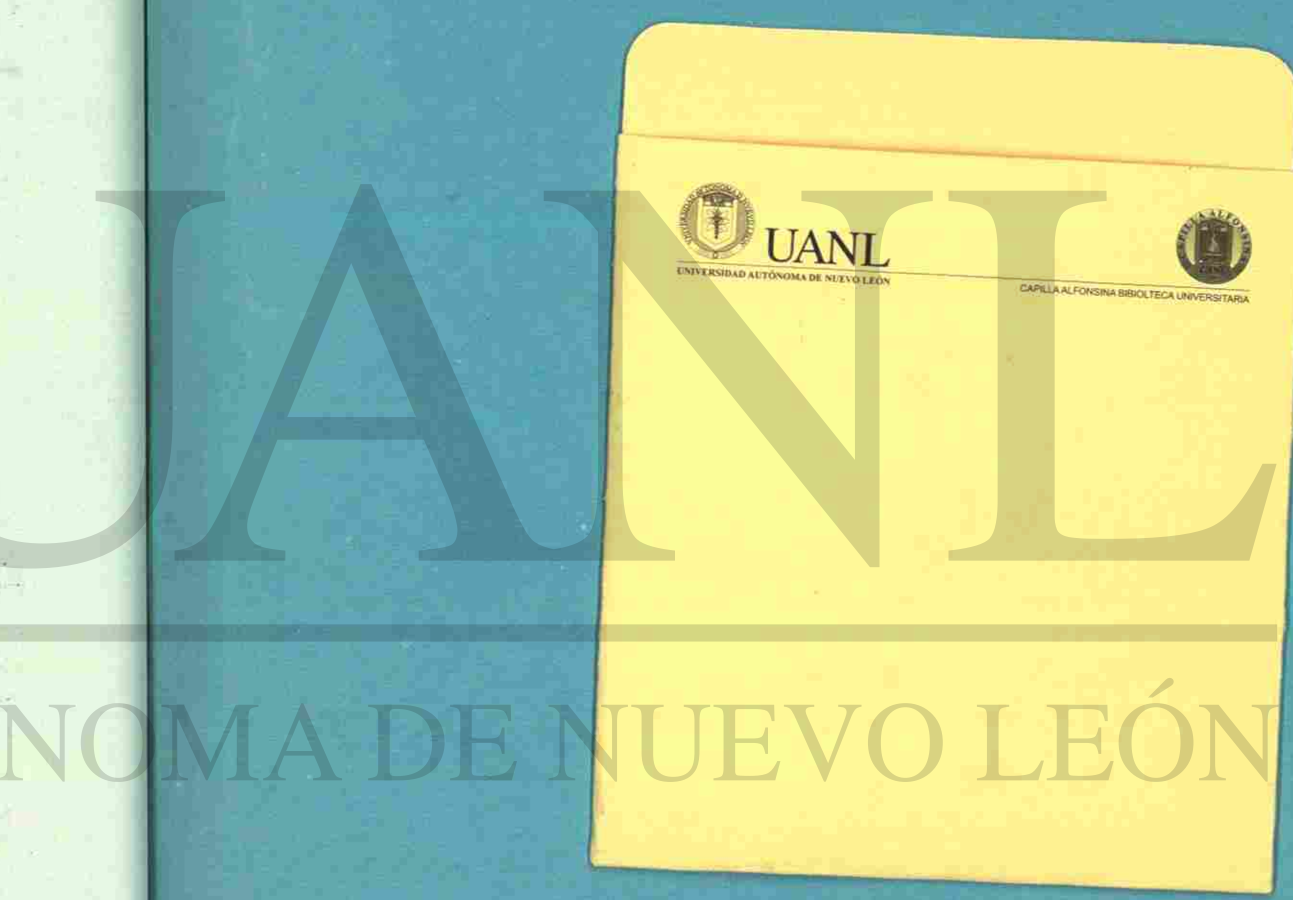
PARAMETER		TEST CONDITIONS			2N5952 MIN	2N5952 MAX	2N5953 MIN	2N5953 MAX	UNIT
$V_{(BR)GSS}$	Gate-Source Breakdown Voltage	$I_G = -1\ \mu A$,	$V_{DS} = 0$		−30		−30		V
I_{GSS}	Gate Reverse Current	$V_{GS} = -15$ V,	$V_{DS} = 0$			−1		−1	nA
		$V_{GS} = -15$ V,	$V_{DS} = 0$,	$T_A = 100°C$		−200		−200	nA
$V_{GS(off)}$	Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 100$ nA		−1.3	−3.5	−0.8	−3	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 0.4$ mA		−0.75	−3			V
		$V_{DS} = 15$ V,	$I_D = 0.25$ mA				−0.5	−2.5	V
I_{DSS}	Zero-Gate-Voltage Drain Current	$V_{DS} = 15$ V,	$V_{GS} = 0$,	See Note 3	4	8	2.5	5	mA
$r_{ds(on)}$	Small-Signal Drain-Source On-State Resistance	$V_{GS} = 0$,	$I_D = 0$,	$f = 1$ kHz		300		375	Ω
$\|y_{fs}\|$	Small-Signal Common-Source Forward Transfer Admittance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4.	$V_{GS} = 0$,	$f = 1$ kHz,	2	6.5	2	6.5	mmho
$\|y_{os}\|$	Small-Signal Common-Source Output Admittance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4.	$V_{GS} = 0$,	$f = 1$ kHz,		50		50	μmho
C_{iss}	Common-Source Short-Circuit Input Capacitance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4	$V_{GS} = 0$,	$f = 1$ MHz,		6		6	pF
C_{rss}	Common-Source Short-Circuit Reverse Transfer Capacitance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4	$V_{GS} = 0$,	$f = 1$ MHz,		2		2	pF
g_{is}	Small-Signal Common-Source Input Conductance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4	$V_{GS} = 0$,	$f = 100$ MHz,		250		250	μmho
g_{fs}	Small-Signal Common-Source Forward Transfer Conductance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4	$V_{GS} = 0$,	$f = 100$ MHz,	1	6.5	1	6.5	mmho
g_{os}	Small-Signal Common-Source Output Conductance	$V_{DS} = 15$ V, See Note 4	$V_{GS} = 0$,	$f = 100$ MHz,		75		50	μmho

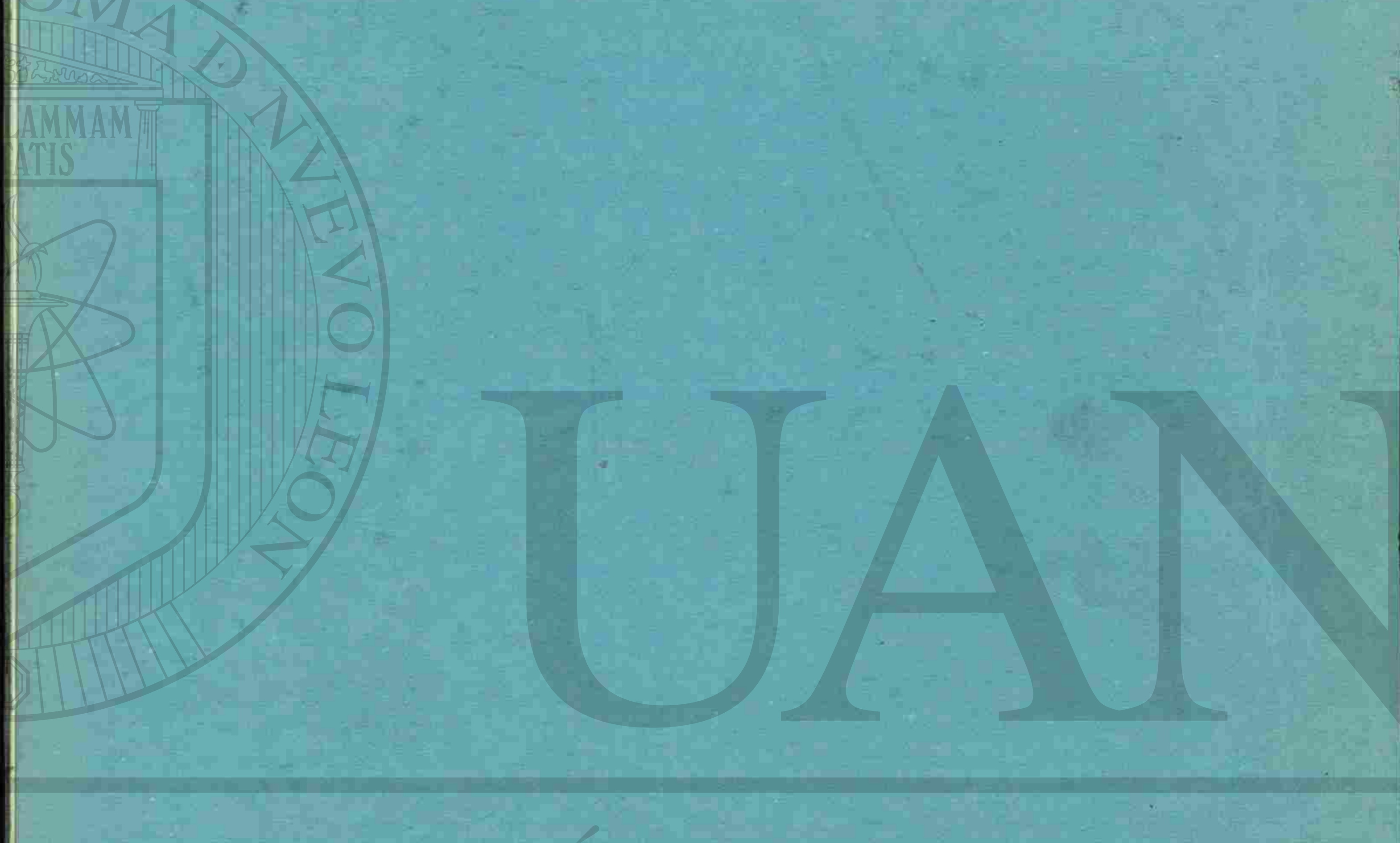
*operating characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS	ALL TYPES MIN	ALL TYPES MAX	UNIT
F	Common-Source Spot Noise Figure	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, $f = 100$ MHz, $R_G = 1$ kΩ, See Note 4		5	dB
		$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, $f = 1$ kHz, $R_G = 1$ MΩ, See Note 4		2	dB
V_n	Equivalent Input Noise Voltage	$V_{DS} = 15$ V, $V_{GS} = 0$, $f = 1$ kHz, See Note 4		100	nV/√Hz

NOTES: 3. This parameter must be measured using pulse techniques. $t_w = 300\ \mu s$, duty cycle ≤ 2%.
4. These parameters must be measured with bias conditions applied for less than 5 seconds to avoid overheating.

*JEDEC registered data




UAN